環境省

平成１６年度　環境技術実証モデル事業
小規模事業場向け有機性排水処理技術分野

メーカー：常磐開発（株）
技 術 名：ＡＣＡ法水処理装置
実証機関：福島県

実 証 試 験 結 果 報 告 書

平成１６年度環境技術実証モデル事業　小規模事業場向け有機性排水処理技術分野　実証試験結果報告書について、平成１７年６月２０日付けで承認しました。

本モデル事業は、普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関（実証機関）が客観的に実証する事業をモデル的に実施することにより、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的としたものです。

本報告書における技術実証の結果は、環境技術の性能を保証するものではなく、一定の条件下における環境技術の環境保全効果のデータを提供するものです。

平成１７年６月

環　境　省

平成１６年度環境省委託事業
福島県技術実証委員会承認

環境技術実証モデル事業

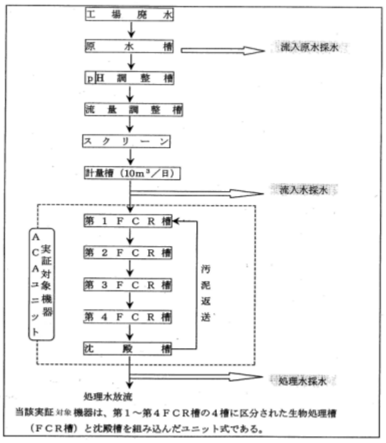
小規模事業場向け有機性排水処理技術（厨房・食堂、食品工場関係）

実証試験結果報告書
概要版

平成 16 年度
福島県

実証対象技術／環境技術開発者	ACA法水処理装置／常磐開発株式会社
実証機関 （試験実施）	福島県 （福島県環境センター，（財）福島県保健衛生協会）
実証試験期間	平成16年11月1日　～　平成17年2月28日
本技術の目的	①高MLSSで運転、余剰汚泥の発生抑制 ②高BOD負荷への対応

1. 実証対象技術の概要

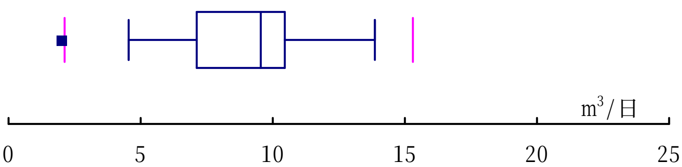


原理

　ばっき槽に特殊な接触材（FCR材）を充填させることにより、FCR材に高級生物まで付着させ、微生物の相互作用を高次につなげることによる食物連鎖と、高濃度に維持される浮遊微生物を引き抜きなしにばっき槽に連続返送し、自己消化を促進させることにより、余剰汚泥の発生を極小化する技術。

2. 実証試験の概要

○実証試験実施場所の概要

事業の種類	食品工場（漬物品等）
事業規模	漬物工場　延べ床面積：約3,229.21m^2　なす漬50t/月、白菜キムチ90t/月
所在地	福島県相馬市大野台2丁目1－5
実証試験期間中の排水量	

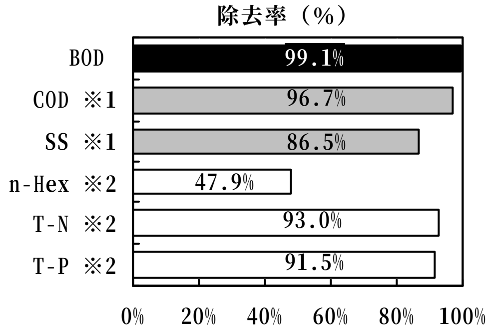
○実証対象機器の仕様及び処理能力

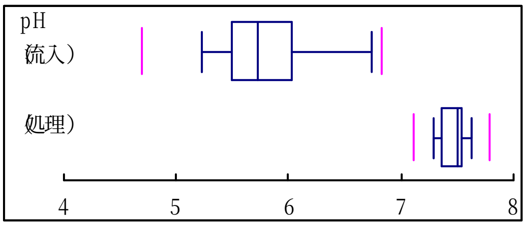
区分	項目	仕様及び処理能力
施設概要	型式	ACA10型
	サイズ，重量	W5,250mm×D2,200mm×H3,980mm,　5,700kg
設計条件	対象物質	BOD
	日排水量	10m^3／日
	流入水質	（BOD）1,000mg/L
	処理水質	（BOD）20mg/L以下

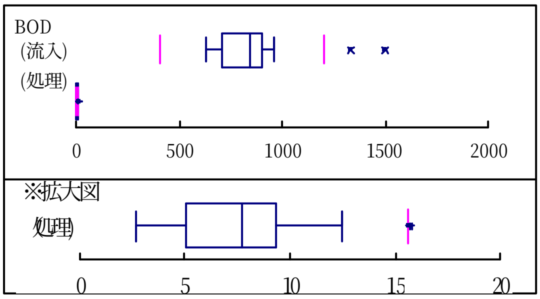
3. 実証試験結果

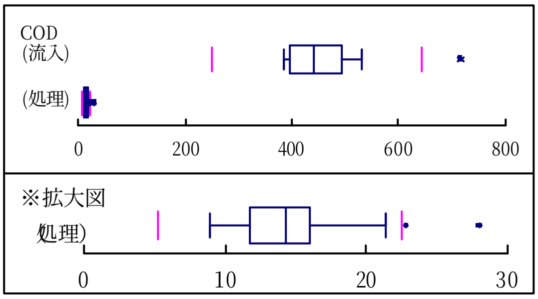
○水質実証項目

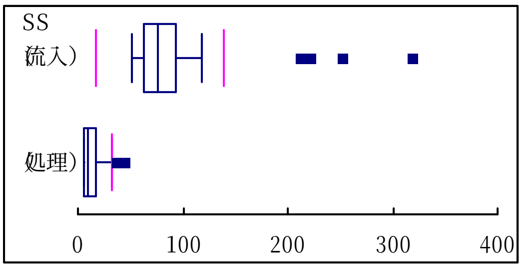
項目	単位	実証結果（下隣接値～上隣接値、中央値）			
		流入水		処理水	
pH※1	-	5.2～6.7	5.7	7.3～7.6	7.5
BOD	mg/L	630～960	850	2.7～13	7.7
COD※1	mg/L	390～530	440	8.9～21	14
SS※1	mg/L	51～119	77	4.9～32	9.0
n-Hex※2	mg/L	<0.5～1.4	0.9	<0.5～<0.5	<0.5
T-N※2	mg/L	26～27	27	1.63～1.70	1.70
T-P※2	mg/L	1.83～4.03	2.73	0.09～0.25	0.21

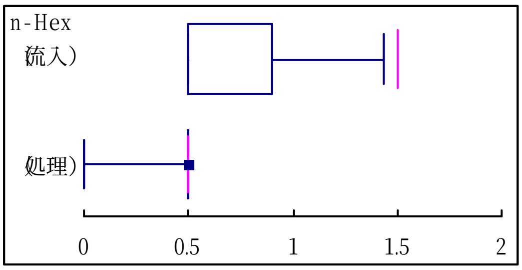


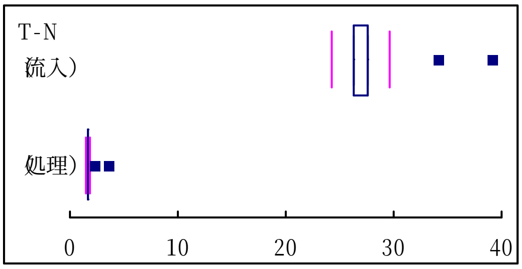


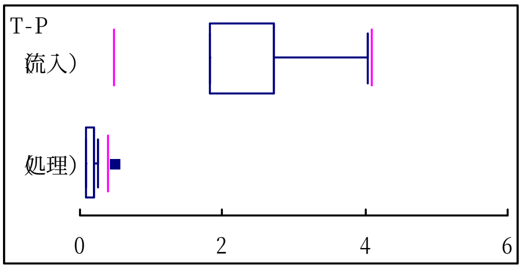












注1:除去効率は定期試験の「流入水の総汚濁負荷量－処理水の総汚濁負荷量）／流入水の総汚濁負荷量」より算出

注2:※1は実証対象機器が除去を目的としていない（設計に用いていない）項目、※2は参考項目

注3:データ数：pH、BOD、COD、SS については n=17、T-N、T-P、n-Hex については n=5

○環境影響項目

項目	実証結果
汚泥発生量	0.27kg/日（dry） 11.3kg／日（含水率 97.6%）
廃棄物発生量	スクリーンし渣　0.101kg／日
騒音	無
におい	やっと感知できる臭い

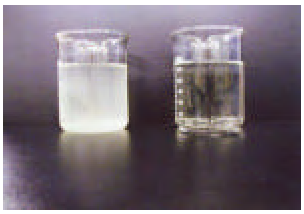
○使用資源項目

項目	実証結果
電力使用量	39.0kWh/日 （流入水ヒーター稼働時 41.3kWh/日、非稼働時 29.6kWh/日）
排水処理薬品等使用量	塩素剤（商品名「XB-90」） 0.022kg/日
その他消耗品使用量	実証期間中、消耗品の交換は行わなかったが、ばっ気用ブロワーベルト、保守用グリス等の消耗品の必要性が認められる。

○運転及び維持管理性能項目

管理項目	一回あたりの管理時間 及び管理頻度	維持管理に必要な 人員数・技能
日常点検	15 分（毎日）	1 名・特別の技能は不要
定期点検	30 分（2 週間に 1 回）	1 名・浄化槽の管理能力が必要

○定性的所見

項目	所見
水質所見	流入水：淡緑色、漬物臭、懸濁物多い 処理水：微黄色、微下水臭、懸濁物微少  左：流入水　　右：処理水
立ち上げに要する期間	7 日間
実証対象機器の信頼性	実証期間中、当該施設は概ね正常に稼動。ただし、沈殿槽からの汚泥界面上昇（10回）及びその一部で短時間の汚泥流出を確認。
トラブルからの復帰方法	維持管理マニュアルにより対応は可能であるが、稼動条件の調整や異常が発生した場合はメーカーあるいは取扱店に連絡する。
運転及び維持管理マニュアルの評価	改善を要する問題点は特に無し。
その他	○　高 BOD 濃度で変動が大きい流入水から低濃度で安定的な処理水質を得られ、維持されていることを確認した。 ○　余剰汚泥の発生量が抑制されていることを確認した。 ○　その他の水質実証項目についても BOD と同様に高度処理がなされていることを確認した。

参考情報)

このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目		環境技術開発者　記入欄
名称／型式		ACA処理装置／10型
製造(販売)企業名		常磐開発株式会社
連絡先	TEL／FAX	TEL(0246)72－1130 / FAX(0246)72－1131
	E-mail	acaplan@jobankaihatsu.co.jp
サイズ・重量		W 5,250mm×D 2,200mm×H 3,980mm　　5,700kg
前処理、後処理の必要性		必要あり。オプションとして、原水槽、pH調整槽、流量調整槽、油分処理、スクリーン、消毒槽、汚泥貯留槽。
付帯設備		あり。オプションによる。
実証対象機器寿命		約15年(維持管理により変動あり)
立ち上げ期間		本体設置7日(オプションを除く)

コスト概算(円)		費目	単価	数量	計
	イニシャルコスト(付帯設備は含まない。)				6,800,000
		ACA10型装置		一式	6,000,000
		運搬設置費		一式	300,000
		設備工事		一式	200,000
		コンクリート工事		一式	300,000
	ランニングコスト(月間)				21,554
		汚泥処理費	30円/kg	250kg	7,500
		廃棄物処理費	18円/kg	3kg	54
		電力使用料	12円/kWh	1,000kWh	12,000
		水道使用料	-----	-----	-----
		排水処理薬品等費	1,000円/kg	1kg	1,000
		その他消耗品費		1式	1,000
		維持管理委託費	-----	-----	-----
		処理水量1m^{3}あたり(処理水量300m^3／月と仮定)			72

○その他メーカーからの情報

- 工場製作品で地上型設置とする為、鉄筋コンクリート製に比較して施工期間が短く省スペースタイプである。
- 活性汚泥法に比較して余剰汚泥の発生量が少ない。除去BOD量の5%以下。
- 高濃度原水BOD1,000[mg/l]を、概ね10[mg/l]以下に処理可能。
- 高塩濃度(塩素イオンとして5,000[mg/l])排水でも、BOD処理が対応可能。
- 活性汚泥法に比べて汚泥の積極的なコントロールが不要であり管理が容易。

平成16年度環境省委託事業
福島県技術実証委員会承認

平成１６年度環境技術実証モデル事業

小規模事業場向け有機性排水処理技術
（厨房・食堂、食品工場関係）
実証試験結果報告書

実　証　機　関：福島県（福島県環境センター）
環境技術開発者：常盤開発株式会社
技術・製品の名称：ＡＣＡ法水処理装置

はじめに

　環境技術実証モデル事業は、既に適用が可能な段階にありながら、環境保全効果等について客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果などを第三者が客観的に実証する事業をモデル的に実施することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするものである。
　本実証試験は「小規模事業場向け有機性排水処理技術(厨房・食堂、食品工場関係)実証試験要領（第２版）」（平成１６年４月２８日付け環境省環境管理局）に基づき選定された実証対象技術について、同要領に準拠して実証試験を実施することで、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証するものである。

（実証項目）
- ○　環境技術開発者が定める技術仕様の範囲内での、実際の使用状況下における環境保全効果
- ○　運転に必要なエネルギー、物資及びコスト
- ○　適正な運転が可能となるための運転環境
- ○　運転及び維持管理に係る労力

本報告書は、その結果を取りまとめたものである。

－目次－

１．実証対象技術及び実証対象機器の概要　・・・・・・・・・・・・・・・ 3
1.1 実証対象技術の原理及びシステムの構成・・・・・・・・・・・・3
1.2 実証対象機器の仕様及び処理能力　・・・・・・・・・・・・・・・5

２．実証試験実施場所の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2.1 実証試験実施場所・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2.2 実証試験実施場所の事業状況・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2.3 排水に関する情報・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2.4 実証対象機器の設置状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

３．実証試験の手続きと手法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
3.1 流入水の特性評価　　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
3.2 実証対象機器の立上げ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
3.3 実証試験期間・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
3.4 水質分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
3.5 運転及び維持管理項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14

４．実証試験結果と検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・18
4.1 流量の測定結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・18
4.2 水質実証項目等の測定結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
4.3 運転及び維持管理実証項目の測定結果・・・・・・・・・・・・・38

５．データの品質管理と評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53

１．実証対象技術及び実証対象機器の概要

1.1　実証対象技術の原理及びシステムの構成

曝気槽に充填された特殊な接触材（ＦＣＲ：Food Chain Ring）に高級生物まで付着させ、微生物の相互作用を高次につなげることによる食物連鎖と高濃度（MLSS 10、000mg/l 以上）に維持される浮遊微生物を引き抜きなしに曝気槽へ連続返送し、自己消化（内生呼吸）を促進させることにより、余剰汚泥の発生を極小化する水処理方法（ＡＣＡ法：Activated Contact Aeration Process）である。また、高濃度に維持される浮遊微生物は、高濃度 BOD 排水の処理に対する適応性を高くする効果を併せ持つ。

今回の実証試験は、既存排水処理施設の流量調整槽から原水の一部（１０m³／日）を分岐し、実証を行ったものである。なお、その処理フローを図１－１に示す。

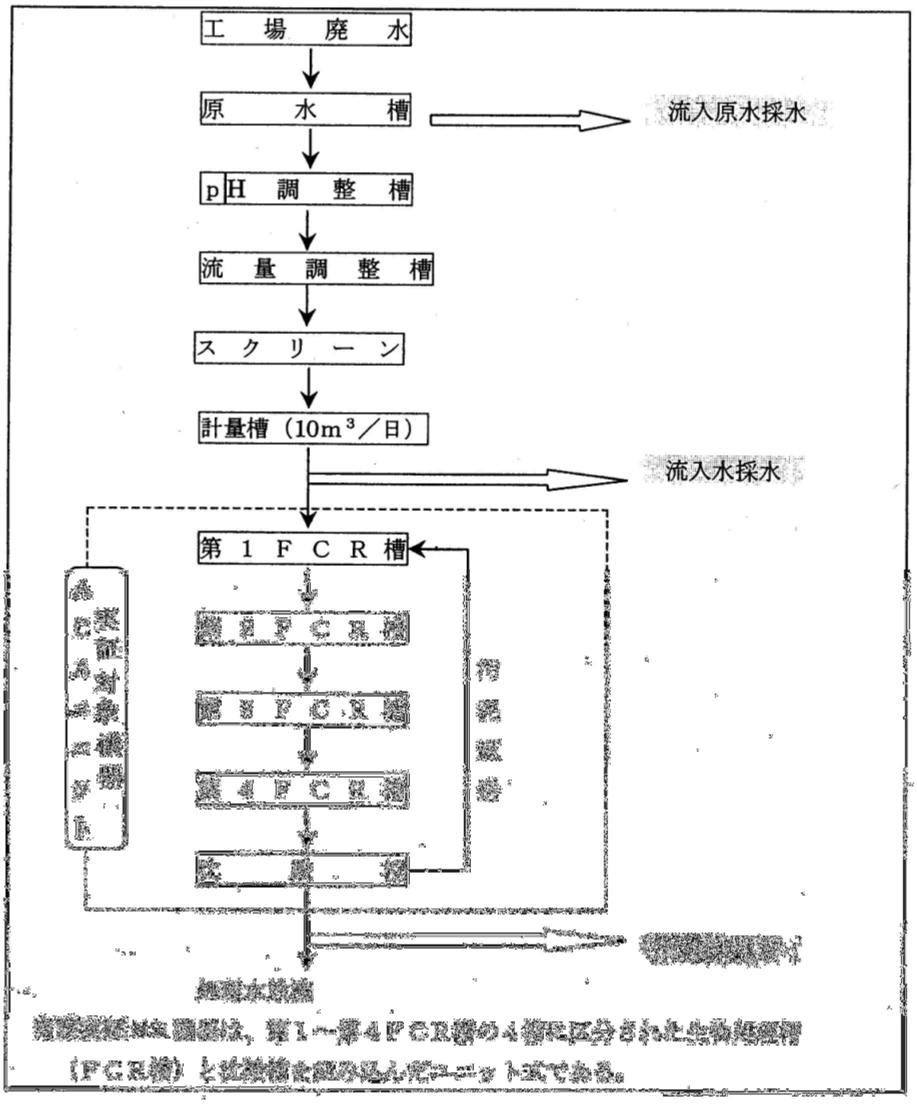
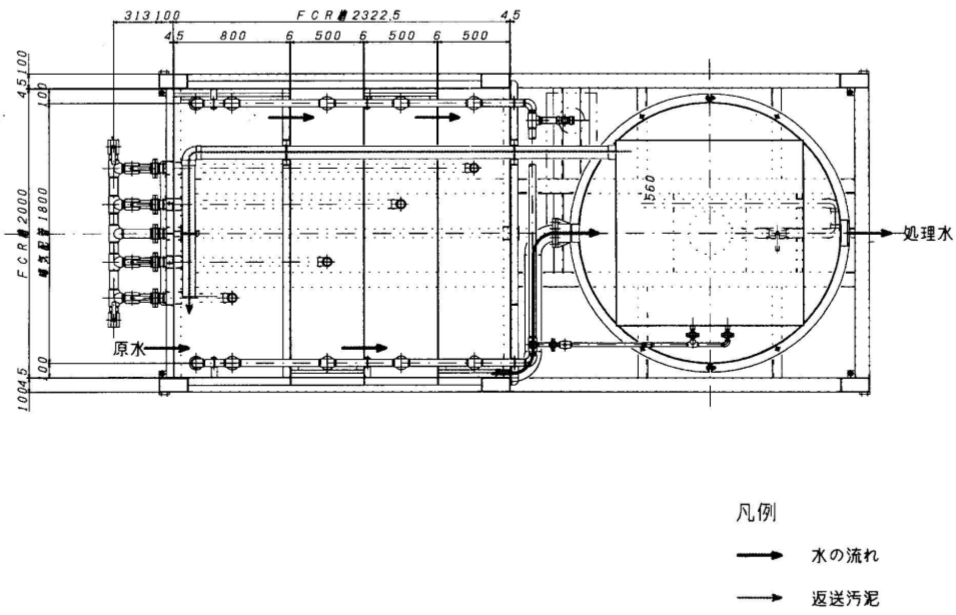
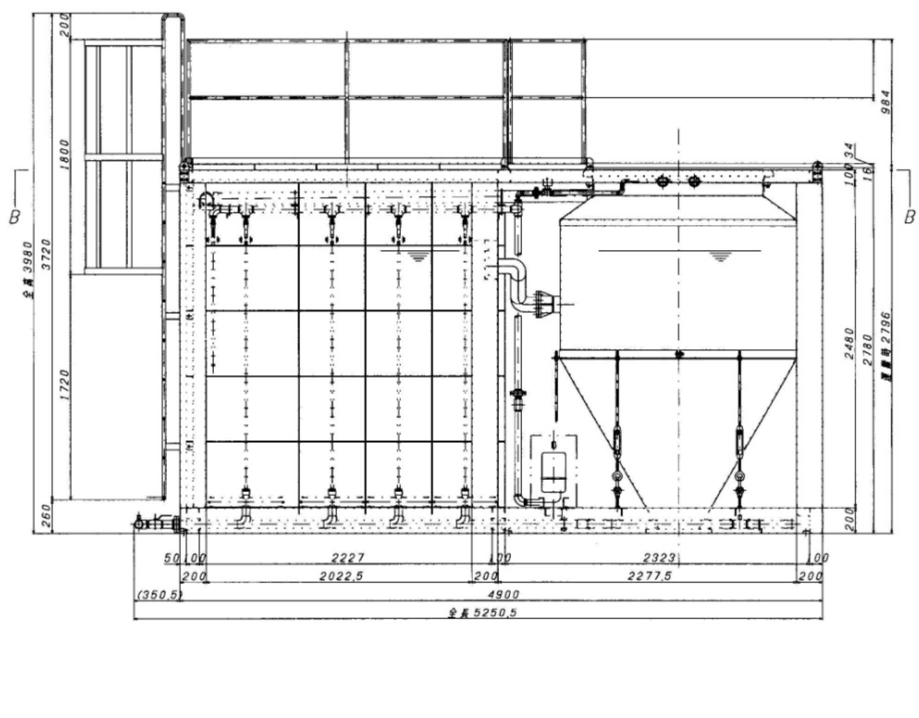


図１－１　処理フロー図



平面図



側面図

図１－２　実証対象機器概要図

1.2　実証対象機器の仕様及び処理能力

実証対象機器の仕様及び処理能力は表１－１に示すとおりである。

表 1－ 1－ 1 実証対象機器の仕様及び処理能力 (1)

区分	項目	仕様及び処理能力など
製造者	名称	常磐開発株式会社
	所在	福島県いわき市常磐湯本町辰ノ口 1 番地
	電話番号	(0246)72-1130
装置概要	名称	ACA 法水処理装置
	型式	ACA10 型
	サイズ	W：5,250mm D：2,200mm H：3,980mm （本体以外の付属部分を含むため図 1-2 に示す寸法とは若干異なる）
	重量	5,700kg
	材質	SS400、FRP製 （地上設置型）
各施設の仕様	原水ポンプ槽*1	必要槽容量：1時間最大排出量の 3 分以上とする 300m^3/時/8 時間×3/60=1.88m^3 （工場全排水量対象） 実容量：3.3m^3 付属機器：原水ポンプ 2 台(内 1 台予備)、撹拌装置 1 式
	pH 調整槽*1	必要槽容量：1時間最大排水量の 15 分以上とする 37.5m^3/時×15/60=9.38m^3 （工場全排水量対象） 実容量：10.9m^3 付属機器：pH 指示調節計、撹拌装置 1 式
	流量調整槽*1	必要槽容量 V：計画排水量 Q、排出時間 T、流量調整比 K より次式により決定する V=(Q/T-K×Q/24)×T=(300/8-1.0×300/24)×8=200m^3 （工場全排水量対象） 実容量：240m^3 付属機器：撹拌用送風機 1 台(3.5m^3/分×45[kPa])、撹拌装置 1 式
	FCR 槽*2	目的：有機物を微生物に分解させる BOD 負荷：約 1.0kg/(m^3・日) 必要槽容量：計画水量の概ね 24 時間とする 実容量：9.2m^3 付属機器：送風機 1 台(0.63m^3/分、30[kPa])、ばっ気装置 1 式

＊１：既設排水処理施設に係る部分　　＊２：実証対象機器に係る部分

表1－1－2 実証対象機器の仕様及び処理能力（2）

区分	項目	仕様及び処理能力など
各施設の仕様	沈殿槽[*2]	目的：活性汚泥を沈殿により固液分離する 滞留時間 3 時間以上 必要容量：$0.42m^3$/時×3 時間=$1.26m^3$ 実容量：$2.9m^3$ 付属機器：汚泥返送ポンプ 1基、汚泥掻き寄せ機 1台
	消毒槽[*1]	必要槽容量：計画排水量の 15 分以上とする $300m^3$×15/(24×60)=$3.13m^3$　（工場全排水量対象） 実容量：$7.8m^3$ 付属機器：滅菌器 1 台
	オプション	①スクリーン ②油分除去装置
設計条件	対象	食品工場排水
	処理方法	ACA（Activated Contact Aeration Process）法
	処理能力	$10m^3$/日
	水質	BOD　1,000mg/l　→　20mg/l
その他	立上期間[*3]	7日間

＊　1：既設排水処理施設に係る部分

＊　2：実証対象機器に係る部分

＊　3：立上げ期間とは、機器の搬入から据付け、種汚泥の導入を経て排水処理が可能となるまでの期間をいう。

２．実証試験実施場所の概要

2.1　実証試験実施場所

実証試験実施場所の名称、所在地、所有者等は、表２－１に示すとおりである。

表２－１ 実証試験実施場所の名称、所在地、所有者等

名称	株式会社　菅野漬物食品　相馬工場
所在地	福島県相馬市大野台２丁目１－５
所有者	株式会社　菅野漬物食品

2.2　実証試験実施場所の事業状況

実証試験実施場所の事業状況等については、表２－２に示すとおりである。

表２－２ 実証試験実施場所の事業状況

事業の種類	食品工場（漬物品等）
稼働時間	年中無休　8:00～18:00
規模	延べ床面積 約 3,229.21m^2
雇用者数	32 名
商品品目	なす漬、白菜キムチ
1ヵ月あたり 生産品量	なす漬　　　：50t 白菜キムチ　：90t

2.3　排水に関する情報

実証試験実施場所の排水（流入水）に関する情報は、表２－３に示すとおりである。

表２－３ 排水の状況

項目	内容
排水の流量	300m^3/日
排水時間帯	年中無休 排水時間　8:00～18:00
繁忙時間	8 月、12 月
水質 （直近の実測値）	pH：8．0 BOD：700mg/ｌ SS：93mg/ｌ 塩素イオン：1,000mg/ｌ
処理状況	平成 14 年 2 月より既存排水処理施設で処理している。

2.4　実証対象機器の設置状況

（１）配置

○　実証対象機器は、食品工場（実証試験実施場所）の敷地内に地上型で設置される。

○　実証対象機器は既存の排水処理施設に隣接して設置され、実証対象機器へは既存の排水処理施設の計量槽から分岐して導入される。

○　実証対象機器により処理された排水は、既存排水処理施設の沈殿槽と放流槽の間へ返送される。

実証対象機器の配置は、図２－１に示すとおりである。

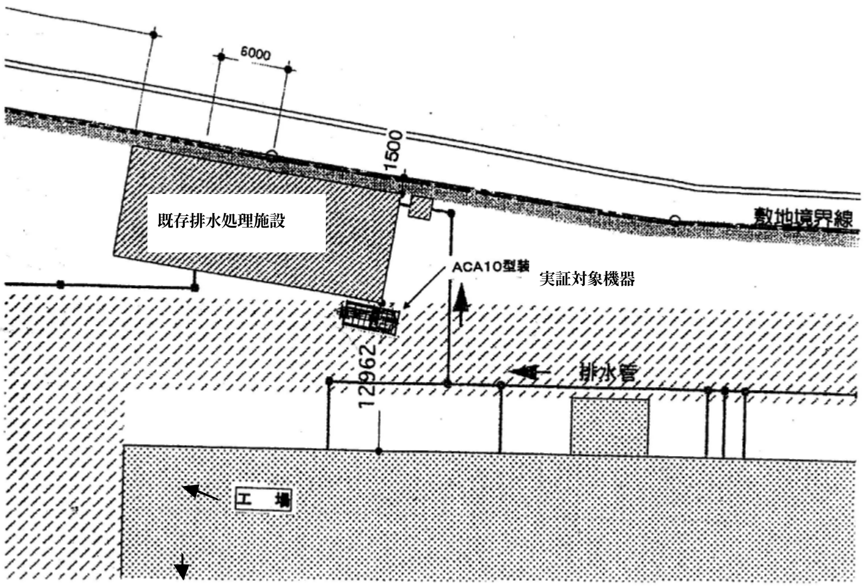


図２－１　実証対象機器配置図

（２）排水の実証対象機器への導入方法

野菜屑等を含んだ排水は既存排水処理施設の原水槽に集水され、その後、ｐＨを調整して流量調整槽へ移送される。調整槽よりスクリーンを通し、夾雑物を除去した後に、計量槽を経由して排水の一部（実証対象機器：１０m^3／日、既存排水処理施設：２９０m^3／日、計３００m^3／日）が実証対象機器へ導入される。

（3）事業全体の排水系統図

全体の排水系統図は、図２－２に示すとおりである。

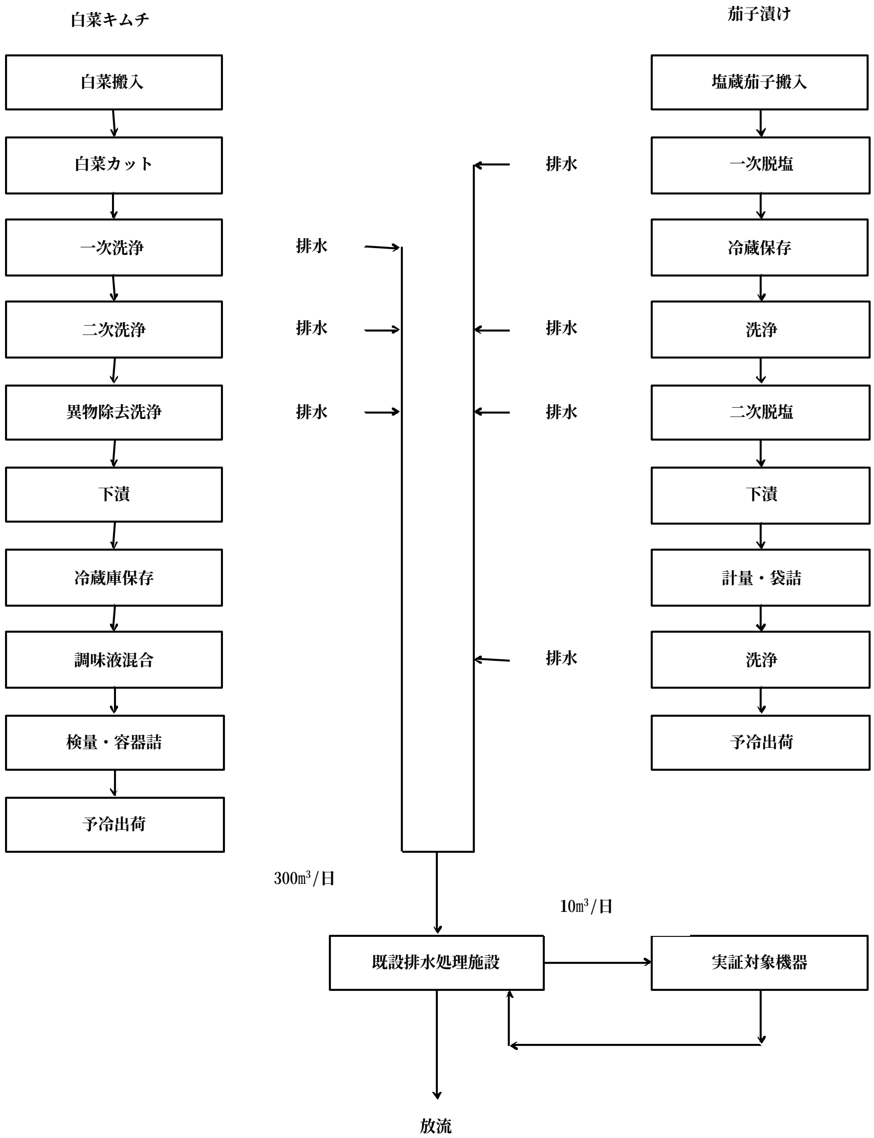


図２－２　事業場全体の排水系統図

３．実証試験の手続きと手法

3.1　流入水の特性評価

実証対象機器は、充分な稼動実績を持つ既設の排水処理施設と同じ処理方式のものであり、同じ排水が流入することから、流入水の特性評価については、環境技術開発者が過去に実施した実証対象機器の流入水に関する各種測定結果を活用した。測定結果は表３－１のとおりである。

表３－１　測定結果

項　目	pH	BOD	SS	塩素イオン
結　果	８．０	７００㎎/l	９３㎎/l	１,０００㎎/l

3.2　実証対象機器の立上げ

立ち上げ期間は平成１６年１０月２５日から平成１６年１０月３１日までの７日間。１０月２５日に装置設置、１０月２６日に種汚泥導入し、１０月３１日まで試運転を行った。

今回の実証試験では環境技術開発者の責任で実証試験実施場所（２．実証試験場所の概要　参照）に実証対象機器を新たに設置して立ち上げを行った。

3.3　実証試験期間

実証試験期間は平成１６年１１月１日から平成１７年２月２８日までの４ヶ月（１２０日）間とした。実証試験スケジュールを表３－２に示す。

表３－２　実証試験スケジュール

平成16年11月			平成16年12月			平成17年1月			平成17年2月		
1	月		1	水		1	土		1	火	
2	火	点検	2	木	定期・点検・補足	2	日		2	水	
3	水		3	金		3	月		3	木	定期・点検・補足
4	木	日間	4	土		4	火		4	金	
5	金	日間・定期・点検	5	日		5	水	点検	5	土	
6	土		6	月	週間・点検	6	木		6	日	
7	日		7	火	週間・点検	7	金	定期・点検	7	月	点検
8	月	点検	8	水	週間・点検	8	土		8	火	
9	火		9	木	週間・定期・点検	9	日		9	水	定期・点検
10	水		10	金	週間・点検	10	月	点検	10	木	
11	木	定期・点検・補足	11	土	点検	11	火		11	金	
12	金		12	日		12	水		12	土	
13	土		13	月	点検	13	木	定期・点検・補足	13	日	
14	日		14	火		14	金		14	月	点検
15	月	点検	15	水	日間	15	土		15	火	
16	火		16	木	日間・定期・点検・騒音	16	日		16	水	
17	水		17	金		17	月	点検	17	木	定期・点検
18	木	定期・点検	18	土		18	火		18	金	
19	金		19	日		19	水		19	土	
20	土		20	月	点検	20	木	定期・点検	20	日	
21	日		21	火		21	金		21	月	点検
22	月	点検	22	水		22	土		22	火	
23	火		23	木	定期・点検・補足	23	日		23	水	日間
24	水		24	金		24	月	週間・点検	24	木	日間・定期・点検
25	木	定期・点検	25	土		25	火	週間・点検	25	金	
26	金		26	日		26	水	週間・点検	26	土	
27	土		27	月	点検	27	木	週間・定期・点検	27	日	
28	日		28	火		28	金	週間・点検	28	月	点検
29	月	点検	29	水		29	土				
30	火		30	木		30	日				
			31	金		31	月	点検			

（凡例）日間：日間試験　　週間：週間試験　　定期：定期試験　　点検：維持管理及び点検　　騒音：騒音レベル測定
補足：補足試験

3.4　水質分析

（１）水質実証項目等

流入水及び処理水に関して、以下の項目を水質実証項目、参考項目、補足項目として実施した。

表3－３ 水質実証項目等

分類	項目
水質実証項目	pH、COD、BOD、SS、Cl^-（流入水のみ）
参考項目	MLSS、SV_{30}、SS（既設排水処理施設の原水のみ）
補足項目	T-N、T-P、n－Hex

（２）試料採取

ア　試料採取場所及び方法

試料採取場所及び試料採取方法は、表３－４に示すとおりである。

表3－４ 試料採取場所及び方法

分類	種類	採取場所	採取方法
水質実証項目 補足項目	流入水	生物処理槽第1FCR槽への流入管より採水	JIS K 0094 4.1.2 に従う
	処理水	沈殿槽出口処理水放流管より採水	
参考項目	生物処理槽内水（浮遊汚泥）	第1及び第4FCR槽内より採水	
	返送汚泥	沈殿槽から第1FCR槽への汚泥返送管より採水	
	流入原水（SSのみ）	原水槽より採水	

イ　試料採取スケジュール

試料採取スケジュールは表３－５に示す内容で実施した。なお、最終的な水質を確認するため当初計画より１回多く実施した。

表3― 5 実証試験スケジュール

項目区分	試験区分	採取頻度
水質実証項目	日間試験	１時間間隔で２４回採取した。この調査は実証試験期間中３回実施した。 （注）実証試験実施場所の工場稼働時間は 8:00～18:00 であるが、流入水の流入時間は最大２４時間であるため、２４回採取することとした。
	週間試験	１日に３回、連続５日間採取した。この調査は実証試験期間中２回実施した。 （注）土曜日は工場が生産しておらず、流入水の流入がなかったため、月曜日から金曜日に採取した。 （注）採取時間は、９時、１２時、１５時とした。
	定期試験	１日に３回採取した。この調査は１週間に１回の頻度で、実証試験期間中１６回実施した。 （注）採取時間は、９時、１２時、１５時とした。
参考項目	定期試験	１日に１回、１週間に１回の頻度で１６回採取した。
補足項目	定期試験	1 日に３回採取した。３週間に１回の頻度で６回採取した。 （注）採取時間は、９時、１２時、１５時とした。

ウ　保存方法

採取した試料は、各成分項目毎に変質、汚染、壁面への吸着、劣化等の恐れのない容器により保存した（表３－６参照）。

試料容器に充填した試料は、試料採取後から分析機関に搬入されるまで、必要に応じて、氷の入ったクーラーボックスで冷却保存した。分析機関に搬入された後は、冷蔵庫にて冷却保存した。

表3― 6 試料容器

試料容器	項目	保存方法
共栓ポリエチレン瓶	pH、MLSS、Cl^-、BOD COD、SS、T-N、T-P	低温保存
無色共栓ガラスビン	n―Hex	低温保存

（３）水質実証項目等の分析

ア　分析方法

水質実証項目等の分析方法は、表３－７に示すとおりである。分析は試料採取当日もしくは翌日に開始した。

表3－７ 分析方法

項目	方法
pH	JIS K 0102　12.1
BOD	JIS K 0102　21
COD	JIS K 0102　17
SS	昭和46年環告第59号「水質汚濁にかかる環境基準について」付表8
Cl^-	JIS K 0102　35
SV	下水試験法＊
MLSS	下水試験法
n−Hex	昭和49年環告第64号「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」付表4
T-N	JIS K 0102　45.2
T-P	JIS K 0102　46.3

＊　SVについては現地にて測定した。

イ　校正方法及び校正スケジュール

実証試験の水質実証項目の分析で使用した主な分析機器の校正方法及び校正スケジュールは表３－９に示すとおりである。

表3－９ 校正方法

機器名	校正方法	校正頻度
pH計	JCSS付標準溶液にて、ゼロ（pH7）・スパン（pH4及びpH9）校正	毎測定開始時
上皿電子天秤	○　機器指示値ゼロ合わせ ○　標準分銅によるトレーサビリティが確保されている分銅による指示確認	毎測定開始時
分光光度計	蒸留水によるゼロ合わせ及び検量線作成	毎測定開始時

3.5　運転及び維持管理項目

（１）監視項目

基本的に、環境技術開発者が作成した「取扱説明書」に従い運転及び維持管理項目を実施し、その作業内容及び結果を記録した。

なお、運転及び維持管理項目は実証対象機器の使用に関する環境影響、使用資源、運転及び維持管理性能を評価するため、表３－１０－１及び表３－１０－２に定めるとおりである。

表 3－10－1 監視項目の測定方法

維持管理実証項目		測定方法・内容	測定頻度
環境影響	余剰汚泥発生量（汚泥引抜量）	3.5 ⑶による。	汚泥引き抜き時
	廃棄物発生	3.5 ⑷による。	日常点検時
	騒音・におい	3.5 ⑸及び ⑹による。	維持管理作業時に併せて実施
使用資源	電力等消費量	3.5 ⑺による。	維持管理作業時に併せて実施
	排水処理薬品、その他消耗品の使用量	3.5 ⑻による。	薬品、消耗品の追加時
運転及び維持管理性能	FCR 槽所見	曝気液の色、におい、水温、pH 及び泡の発生状況を把握し、記録する。	維持管理作業時に併せて実施
	生物相の把握	サンプリング可能なモジュールを、FCR 槽の第 1 槽と第 4 槽に設置し、毎月それぞれ 1 本ずつ取り出し、付着微生物をはがし観察、記録する。	定期試験時に併せて月 1 回実施
	浮遊微生物及び付着微生物の同定、定量	FCR 槽の第 1槽と第 4槽の槽内の主な浮遊微生物を同定し、定量する。毎月 FCR 槽から取り出すモジュールの主な付着微生物を同定し、定量する。	定期試験時に併せて月 1 回実施
	沈殿槽所見	上澄液の色、におい、透視度、及び固形物の発生状況を把握し、記録する。 槽内の汚泥堆積状況（汚泥の状態、汚泥界面等）、スカム発生状況を把握し、記録する。	維持管理作業実施時
	実証対象機器の立ち上げに要する期間	実際の立ち上げ作業実施に基づき、時間（単位は適宜）を把握する。	H16.10.25 ～ H16.10.31
	実証対象機器運転及び維持に必要な人数と技能	実際の運転及び維持管理作業に基づき、作業項目毎の最大人数と作業時間（人・日）、管理の専門性や困難さを把握する。	維持管理作業時に併せて実施

表3－10－2 監視項目の測定方法

維持管理実証項目		測定方法・内容	測定頻度
運転及び維持管理性能	実証対象機器の信頼性	トラブルが発生した場合、その発生時の原因を調査する。	トラブル発生時
	トラブルからの復帰法	トラブルが発生した場合、実際の復帰操作に基づき、作業の容易さ、課題を評価する。	トラブル発生時
	実証対象機器の信頼性と、実証期間中に確認された運転及び維持管理実証項目の変動に関するまとめ	運転及び維持管理実証項目の変動が確認された場合について、運転及び維持管理作業の内容を記録、整理する。	維持管理作業時
	運転及び維持管理マニュアルの使い易さの評価	環境技術開発者が作成した運転及び維持管理マニュアルの読みやすさ、理解しやすさ、課題を評価する。	－

（2）流量の監視方法

調整槽ポンプ制御回路にアワーメターを取付け、毎日定時に稼働時間の積算値を読み取りして記録することで流量監視を実施した。なお、併せて維持管理作業時に実証対象機器計量槽における実際の流入水量を計量カップとストップウォッチで測定し確認した。

（3）余剰汚泥発生量の測定方法

余剰汚泥発生量の測定は、実際の引き抜き量を測定するとともに、含水率を求め、排出される汚泥の乾燥物換算値を算出した。この値を実証対象機器の稼働日数で除して 1 日あたりの発生汚泥量(kg-dry /日)を算出した。

（4）廃棄物発生量の測定方法

廃棄物発生量の監視は、既存排水処理施設のスクリーンにより捕集される固形物の重量を計測した。これを既存処理施設及び実証対象機器の排水流入量の割合(１：２９で按分)をもとに１日当たりの廃棄物発生量(kg/日)を算出した。

（５）騒音の測定方法

実証対象機器の稼動に伴う騒音は、試料採取日毎に実証対象機器の周辺環境における定点で、測定者が所見(例：無し、ややうるさい、うるさい、非常にうるさい)を記録するとともに、実証試験期間中に１回、以下の測定方法により測定を実施した。

ア　騒音の測定方法

測定は JIS C 1502 に定められた普通騒音計を用いて、JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」に準拠して実施した。測定場所は実証対象機器から 1m程度離れた地点および工場の南側敷地境界線上と西側敷地境界線上とした。

（６）においの測定方法

実証対象機器の稼動に伴うにおいは、試料採取日毎に実証対象機器の周辺環境における定点で、表３－１１に示す尺度に基づき測定した。

表３－１１　尺度

０：無臭	１：やっと感知できる臭い	２：何のにおいかわかる弱い臭い
３：楽に感知できる臭い	４：強い臭い	５：強烈な臭い

（７）電力等消費量の測定方法

実証対象機器への配線に簡易積算計を設置し、試料採取時に電力消費量を監視した。監視結果を積算し､実証対象機器の稼働日数で除して１日当たりの電力消費量(kWh/日)を求めた。

（８）排水処理薬品及び消耗品使用量の測定方法

実証期間中の既存排水処理施設の消毒槽において使用する滅菌剤の使用量を把握し、これを既存処理施設及び実証対象機器の排水流入量の割合(１：２９で按分)をもとに滅菌剤使用量を算出した。

４．実証試験結果と検討

4.1　流量の測定結果

（１）１日あたりの流量

全調査期間（平成１６年１１月１日～平成１７年２月２８日）における １ 日当たりの流量の測定結果について図４－１－１に箱ひげ図を示す。

調査期間の始めの１ヶ月間は三角堰水位調整の不備により設計条件（１０m³／日）を大きく超えた流入があった。流量を調整した結果、おおむね設計条件（１０m³／日）に合致した流量となった。流量調整後（平成１６年１２月３日～平成１７年２月２８日）の１日当たりの流量の箱ひげ図を図４－１－２に示す。平均流入量は８．７m³、最大流入量は１３．９m³、最小流入量は２．０m³であった。なお、休日明けの月曜日の測定結果が低い値となり、最小流量もこのような状況で記録された。

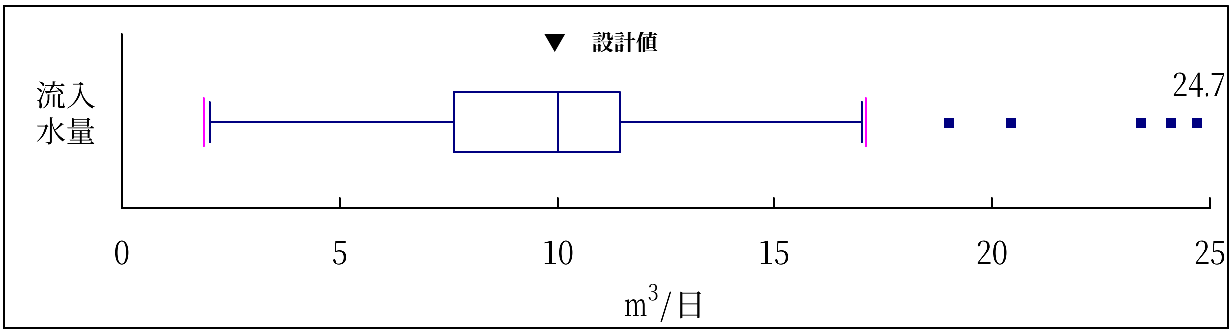


図４－１－１　全試験期間のおける流量（１日）の箱ひげ図

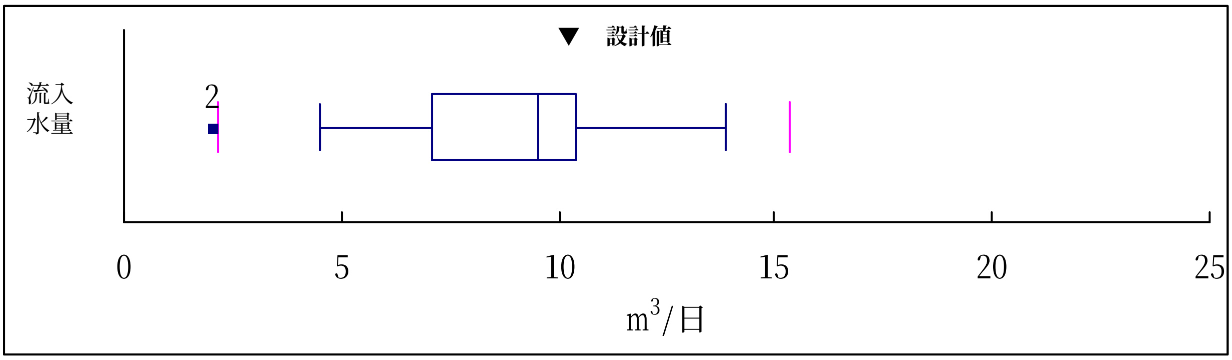
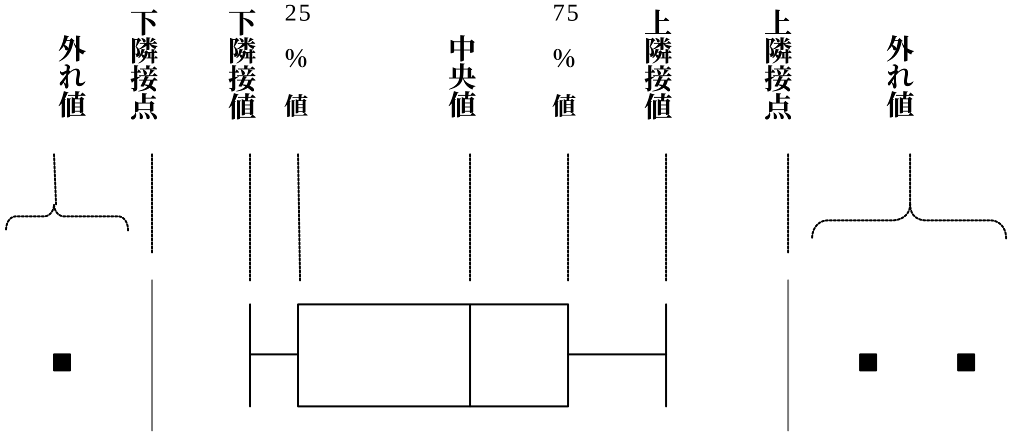


図４－１－２　流量調整後における流量（１日）の箱ひげ図

【参考】箱ひげ図の読み方



25%値：データを数値の小さい順に並べた際１／４に位置するデータ
75%値：データを数値の小さい順に並べた際３／４に位置するデータ
中央値：データを数値の小さい順に並べた際中央に位置するデータ
下隣接点：計算式（(25%値－1.5×（75%値－25%値)）により求めた値
下隣接値：下隣接点と 25%値との範囲内で下隣接点に最も近い実測値
上隣接点：計算式（(75%値＋1.5×（75%値－25%値)）により求めた値
上隣接値：上隣接点と 75%値との範囲内で上隣接点に最も近い実測値
外れ値：隣接値よりも外側の値

（２）流入量水量の日間変動

流入水量の日間変動の測定結果を図４－２に示す。流量調整後の第２回及び第３回日間試験での平均流入量は１１．０m^3、最大流入量は１１．８m^3、最小流入量は１０．９m^3であった。

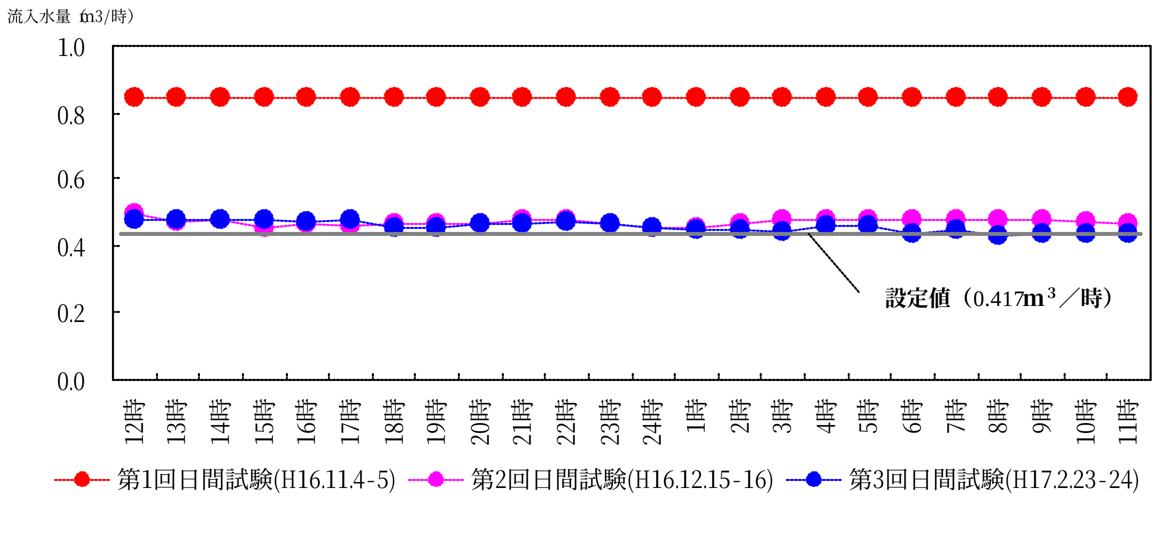


図４－２　流入水量の日間変動

4.2　水質実証項目等の測定結果

（1）全調査結果のまとめ（濃度）

実証試験期間中の全試料について、流入水及び処理水の調査結果は表４－１のとおりである。また、実証試験期間中の流入水及び処理水の全試料の変動を図示した箱ひげ図を図４－３に示す（箱ひげ図の読み方は、4.1 参照)。

実証期間を通して、流入水の水質は大きく変動し、設計条件(ＢＯＤ：１,０００ ㎎/l）を超えた排水の流入もあった。処理水の水質はおおむね安定しており、ほぼ設計条件（ＢＯＤ：２０㎎/l）に適合していたことはもちろんのこと、平均ＢＯＤが６．５㎎/l と高度な水質が得られた。また、ＢＯＤ以外の項目でも、処理水の水質は安定しており、ＣＯＤは平均１４．１㎎/l、ＳＳは平均１０．４㎎/l、n-Hex はすべて０．５㎎/l 以下、Ｔ−Ｎは平均２．２㎎/l、Ｔ－Ｐは平均０．２㎎/l といずれも低い数値であり、良好な結果が得られた。

また、ＦＣＲ槽のＭＬＳＳ濃度については、平均１６，０００㎎/l であり、一般的な排水処理に比較して高い濃度（高ＭＬＳＳ）で処理が行われていた。

なお、今回の流入水は、一般的な食品排水と比べてｎ－Ｈｅｘが著しく低く、さらに、漬物工場ということで塩素イオン濃度が高い排水（平均２,２５０ ㎎/l）であることが特徴であるが、塩素イオンがこの程度では処理に影響のないことが確認された。

表４－１　全調査結果一覧表（濃度）

項目	単位	採取水	平均値	最小値	～	最大値
pH	－	流入水	5.9	5.1	～	7.0
		処理水	7.5	7.3	～	7.7
BOD	mg/L	流入水	866	160	～	2、400
		処理水	6.5	2.0	～	21
COD	mg/L	流入水	490	150	～	930
		処理水	14.1	8.2	～	45
SS	mg/L	流入水	97	44	～	360
		処理水	10.4	2.2	～	85
n−Hex	mg/L	流入水	0.9	<0.5	～	1.6
		処理水	<0.5	<0.5	～	<0.5
T-N	mg/L	流入水	31	23	～	45
		処理水	2.2	1.4	～	4.0
T-P	mg/L	流入水	2.8	1.6	～	4.6
		処理水	0.2	0.07	～	0.55
Cl^-	mg/L	流入水	2,250	726	～	3,300
MLSS	mg/L	FCR第１槽	16,000	5,700	～	22,000
		FCR第４槽	16,000	5,700	～	23,000
		返送汚泥	20,000	6,800	～	30,000
SV_{30}	%	FCR第１槽	88	21	～	99
		FCR第４槽	89	22	～	99
		返送汚泥	91	25	～	100

※データ数：ｐＨ・ＢＯＤ・ＣＯＤ・ＳＳ・塩素イオンはｎ＝１５０、Ｔ－Ｎ・Ｔ－Ｐ・ｎ－Ｈｅｘはｎ＝１８、MLＳＳ・ＳV30はｎ＝１６。

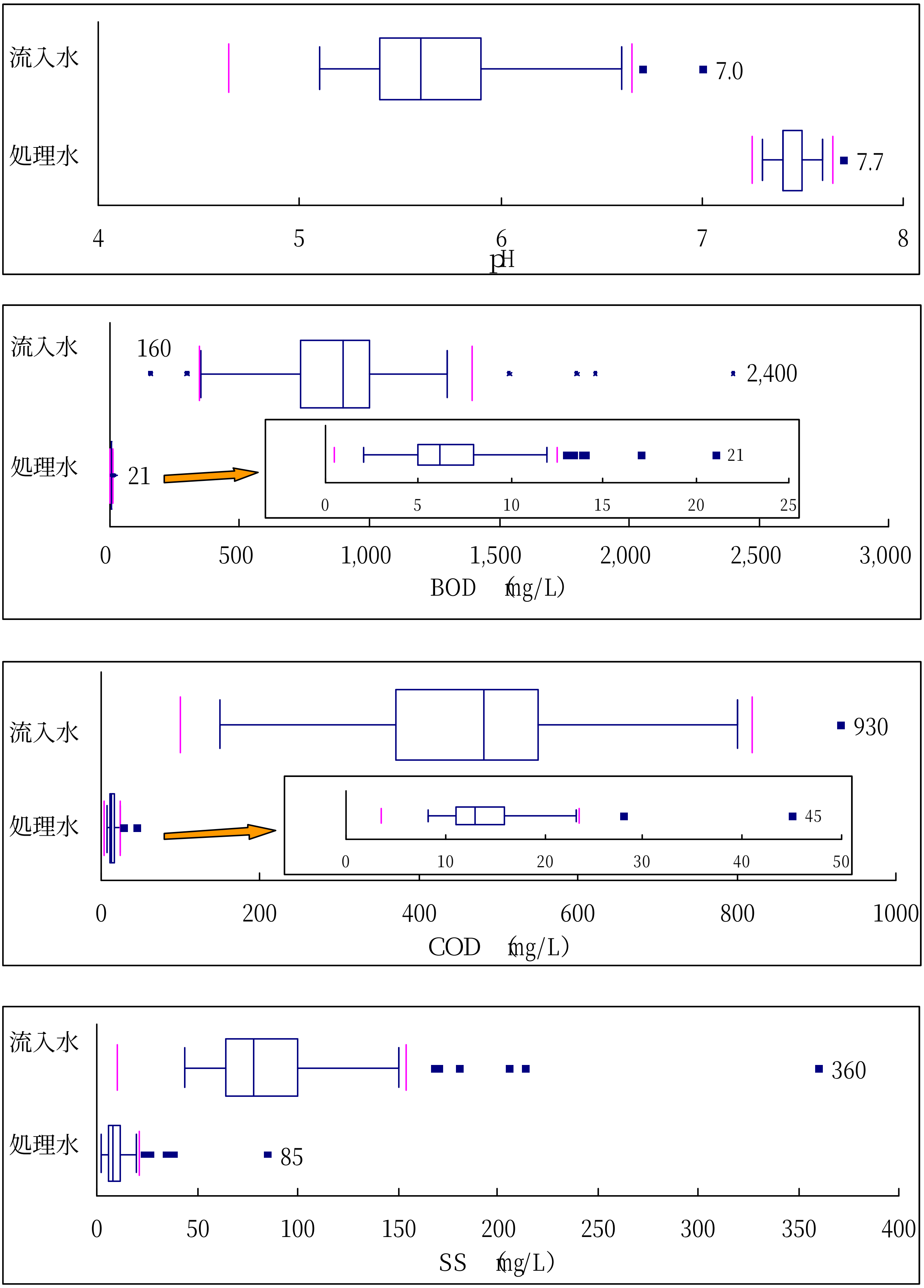


図4－3－1　流入水と処理水の箱ひげ図（pH、BOD、COD、SS）

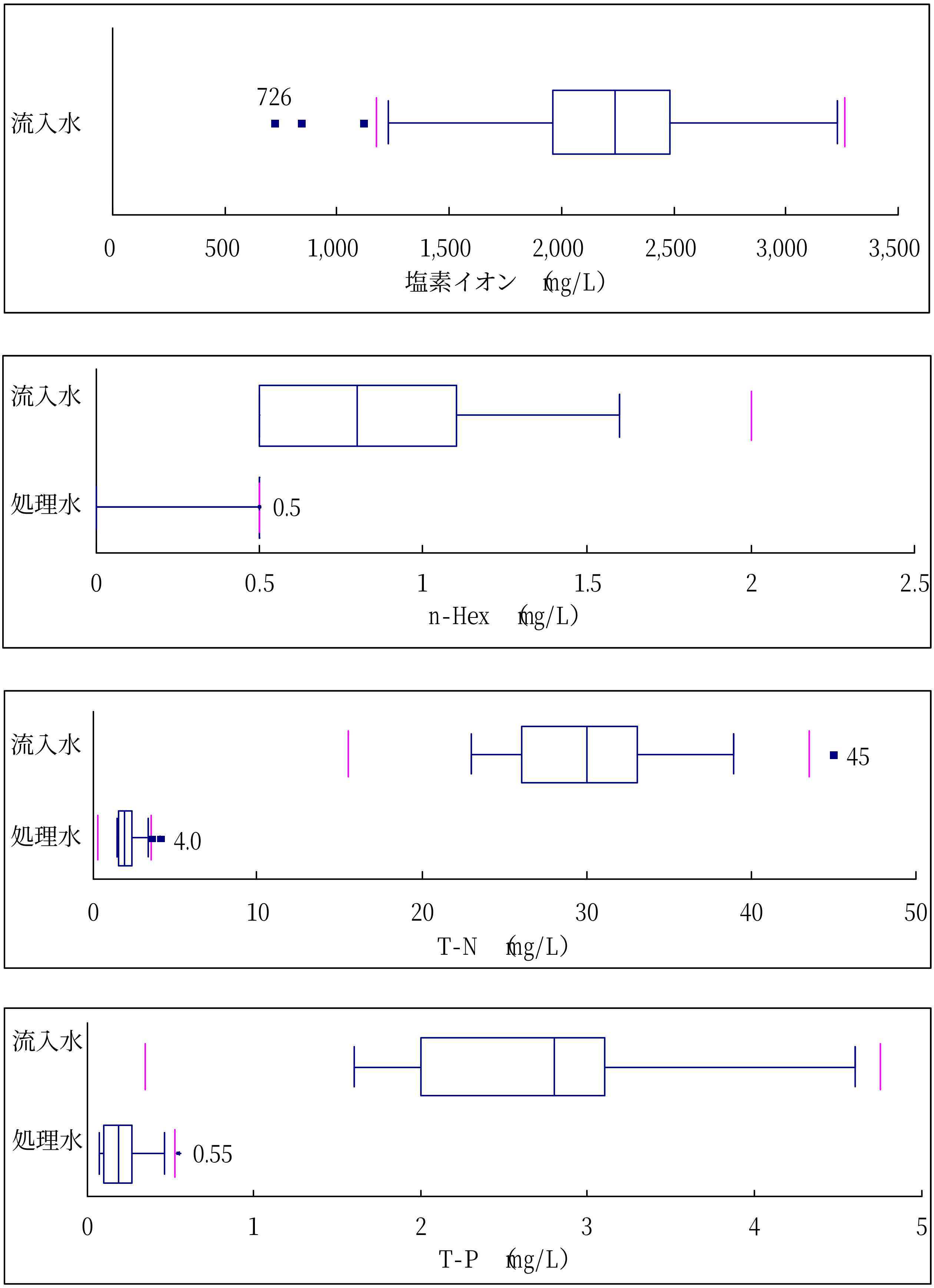


図４－３－２　流入水と処理水の箱ひげ図（塩素イオン、Nヘキサン、T－N、T－P）

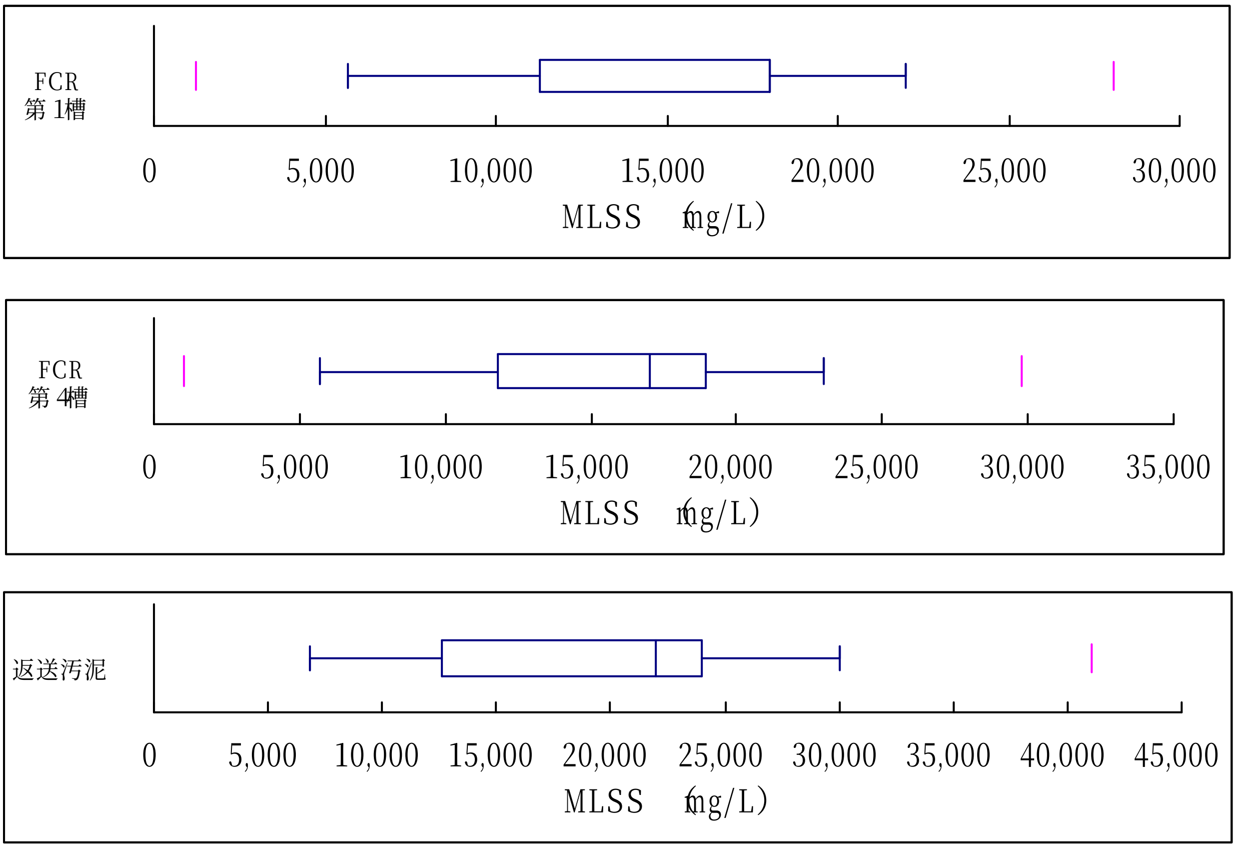
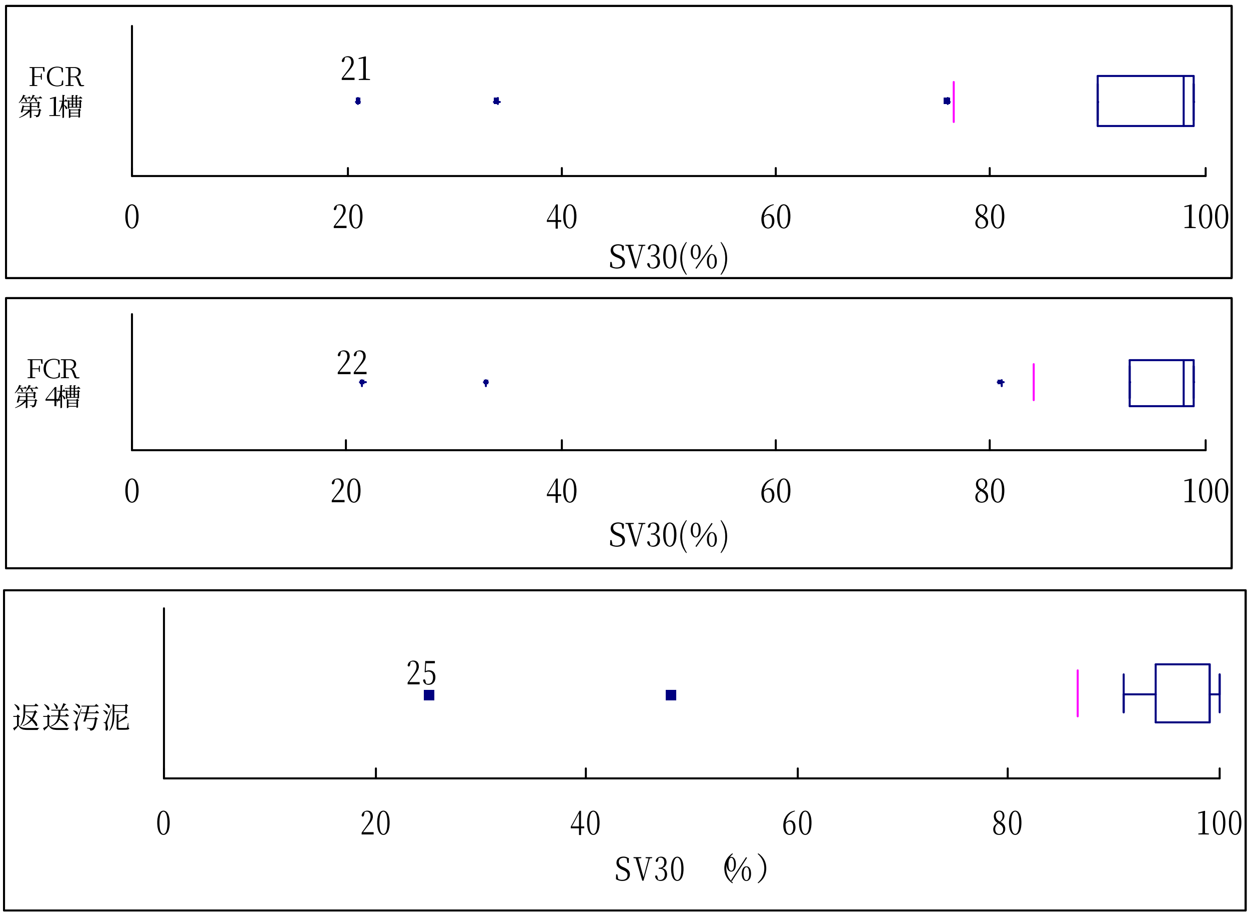


図４－３－３　ＦＣＲ槽の箱ひげ図（ＭＬＳＳ）



（２）全調査結果のまとめ（負荷量）

実証試験期間中の流入水負荷量及び処理水負荷量の調査結果は表４－２のとおりである。また、実証試験期間中の流入水負荷量の変動を図示した箱ひげ図を図４－４に示す。

流量調整前（平成１６年１１月１日～平成１６年１２月２日）においては設計条件（流入水量：１０㎥／日、流入ＢＯＤ濃度：１，０００㎎/l、ＢＯＤ負荷量：１０㎏／日）を大幅に超えた排水の流入があったが、流量調整後（平成１６年１２月２日から平成１７年２月２８日）は、ＢＯＤ負荷量が平均１２．２㎏／日とおおむね設計条件を満足した流入状態であった。

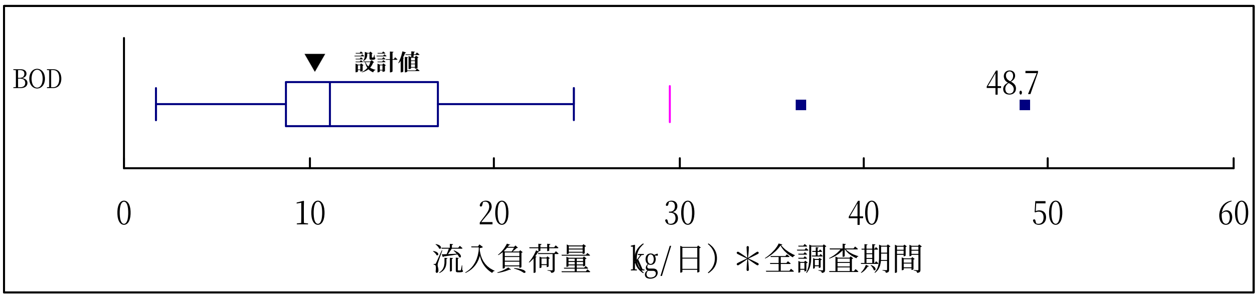
また、ＢＯＤ以外の項目の流入負荷量の変動は、図４－４－２に示したとおりである。

表４－２　全調査結果一覧表（負荷量）

項目	採取水	平均値 (kg/日)	最小値 (kg/日)	～	最大値 (kg/日)	合計 (kg)
BOD	流入水	12.2	1.7	～	48.7	1,464
	処理水	0.09	0.02	～	0.43	11
COD	流入水	6.8	1.6	～	18.9	816
	処理水	0.20	0.10	～	0.48	24
SS	流入水	1.32	0.48	～	7.31	158
	処理水	0.15	0.03	～	1.04	18
n-Hex	流入水	0.010	0.005	～	0.024	1.2
	処理水	0.007	0.005	～	0.010	0.8
T-N	流入水	0.47	0.25	～	0.91	56
	処理水	0.03	0.02	～	0.08	3.6
T-P	流入水	0.040	0.016	～	0.093	4.8
	処理水	0.004	0.001	～	0.010	0.5

※合計(kg)とは、平均値(kg/日)に実証期間(日)をかけたものである。

※データ数：ＢＯＤ・ＣＯＤ・ＳＳはｎ＝１５０、Ｔ－Ｎ・Ｔ－Ｐ・ｎ－Ｈｅｘはｎ＝１８。



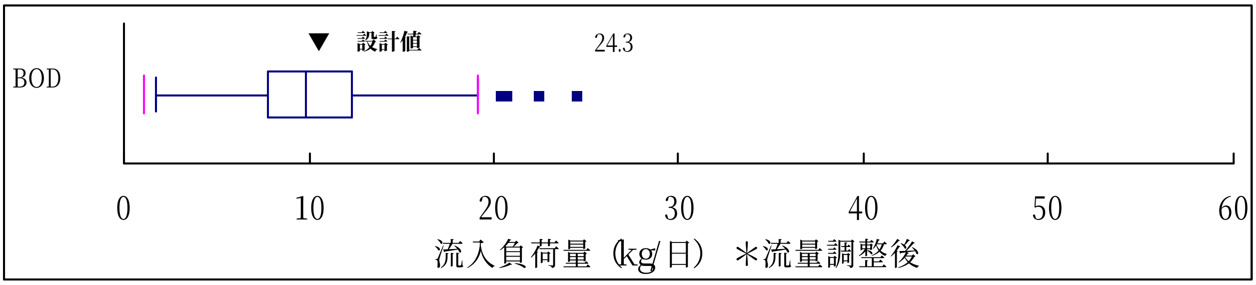
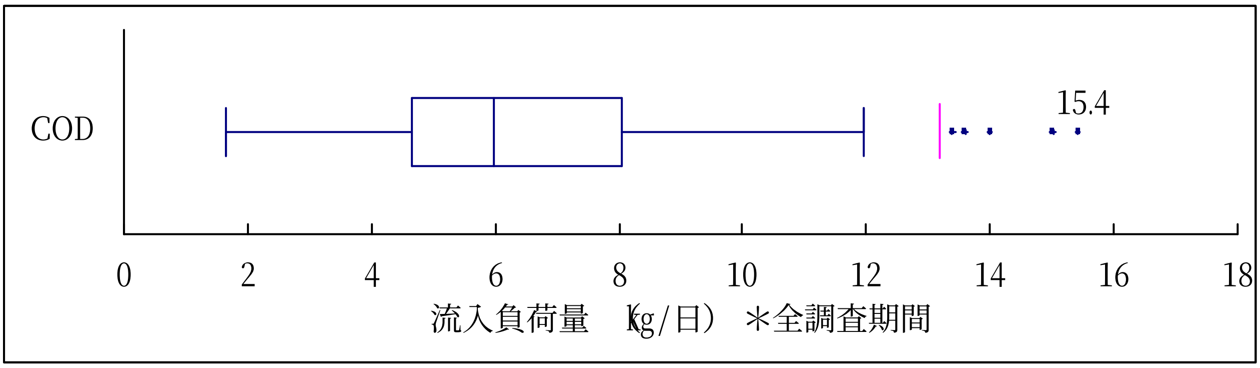
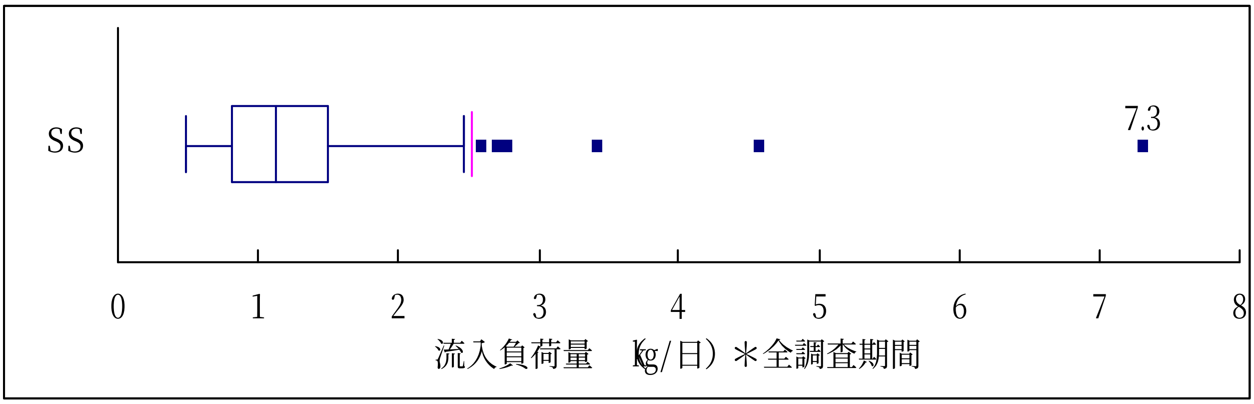
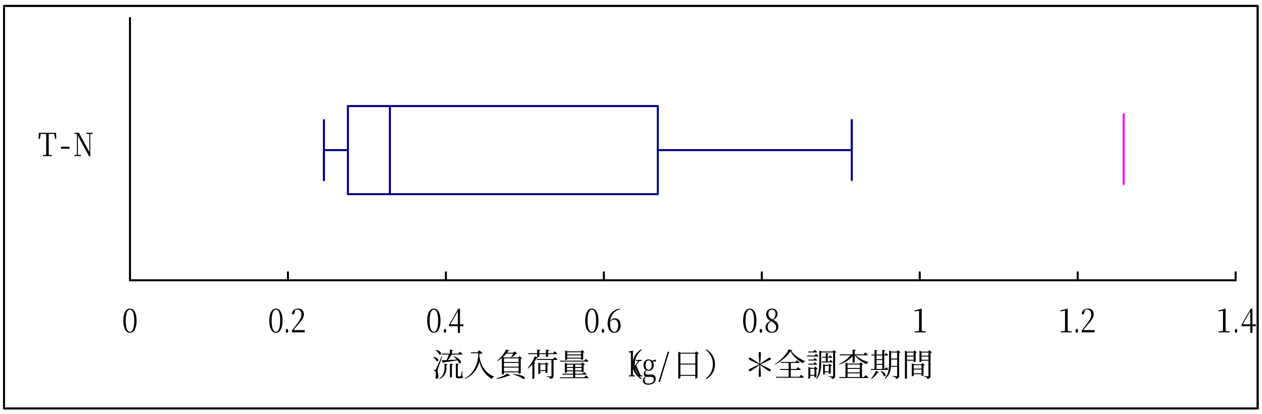


図４－４－１　流入負荷量の箱ひげ図（ＢＯＤ）







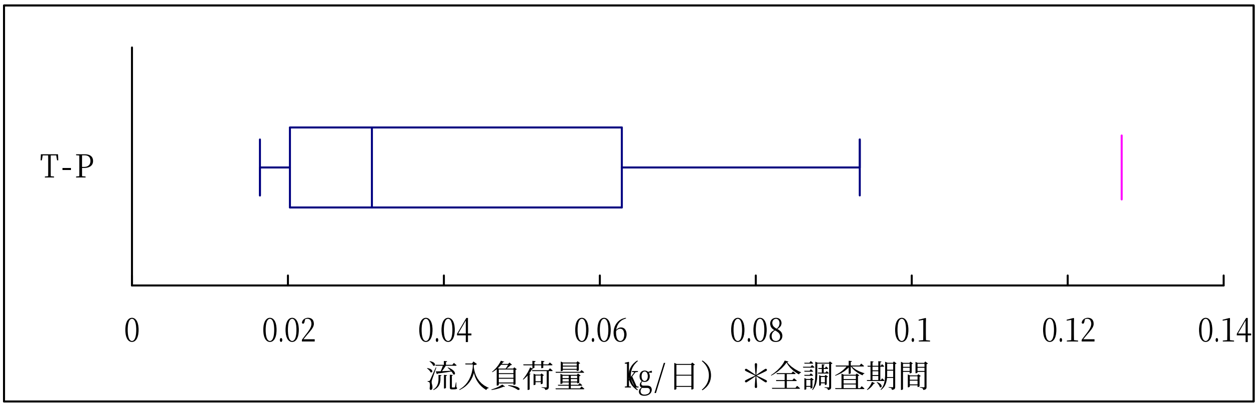


図４－４－２　流入負荷量の箱ひげ図（ＣＯＤ、ＳＳ、Ｔ－Ｎ、Ｔ－Ｐ）

（３）日間試験のまとめ

日間試験（第１回は平成１６年１１月４日～５日に実施、第２回は平成１６年１２月１５日～１６日に実施、第３回は平成１７年２月２３日～２４日に実施）の調査結果を表４－３に、濃度変化を図４－５に示す。

流入水のＢＯＤ濃度は９時～１３時に低く、１７時～３時に高くなる傾向であった。１７時～３時には設計条件（ＢＯＤ：１，０００mg/l）を超えた排水の流入があった。ＣＯＤ濃度も同様の変化を示した。

処理水の水質については、ＢＯＤ濃度は最大値でも９．４mg/l で設計条件（２０mg/l）に適合しているのはもちろんのこと、平均値で５．８mg/l とさらに高度な水質が得られた。また、ＢＯＤ以外の項目でも、処理水の水質は安定しており、ＣＯＤは平均１３mg/l、ＳＳは平均８mg/l といずれも低い数値であり、良好な結果が得られた。

表４－３　日間試験結果一覧表

項目	単位	採取水	平均値	最小値	～	最大値
pH	－	流入水	6.0	5.2	～	7.0
		処理水	7.5	7.3	～	7.6
BOD	mg/L	流入水	904	540	～	1,200
		処理水	5.8	2.0	～	9.4
COD	mg/L	流入水	532	270	～	760
		処理水	13	10	～	17
SS	mg/L	流入水	93	54	～	170
		処理水	8	3	～	14
Cl^-	mg/L	流入水	2,290	1,690	～	2,900

※データ数：n＝７２

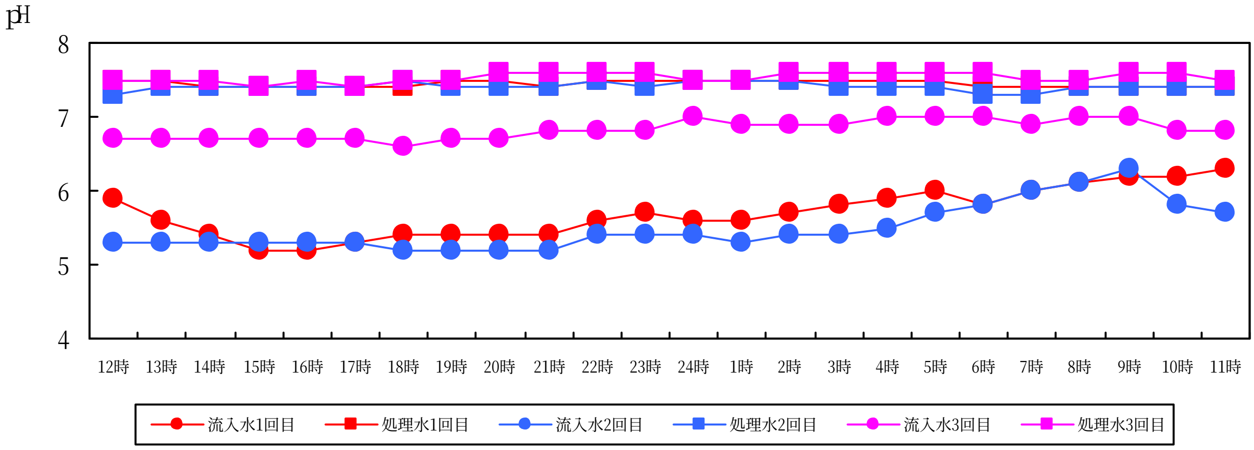
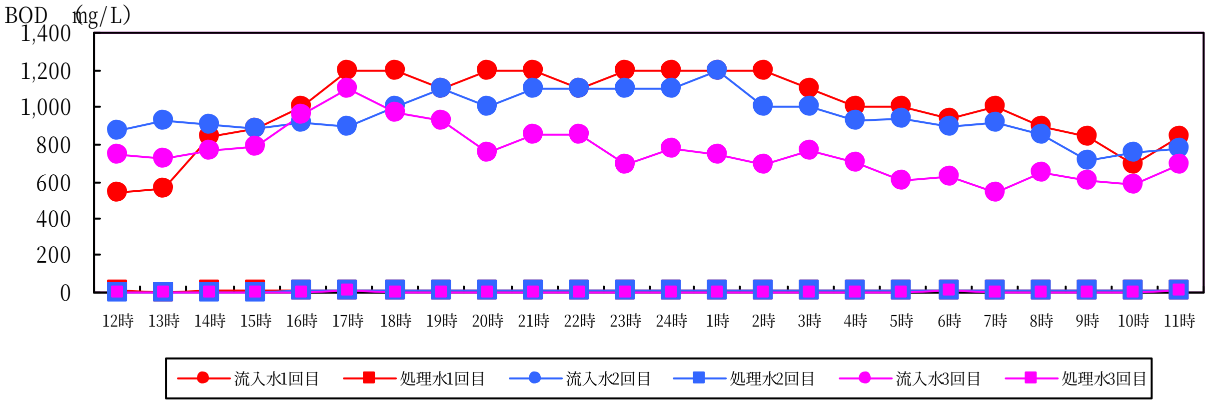
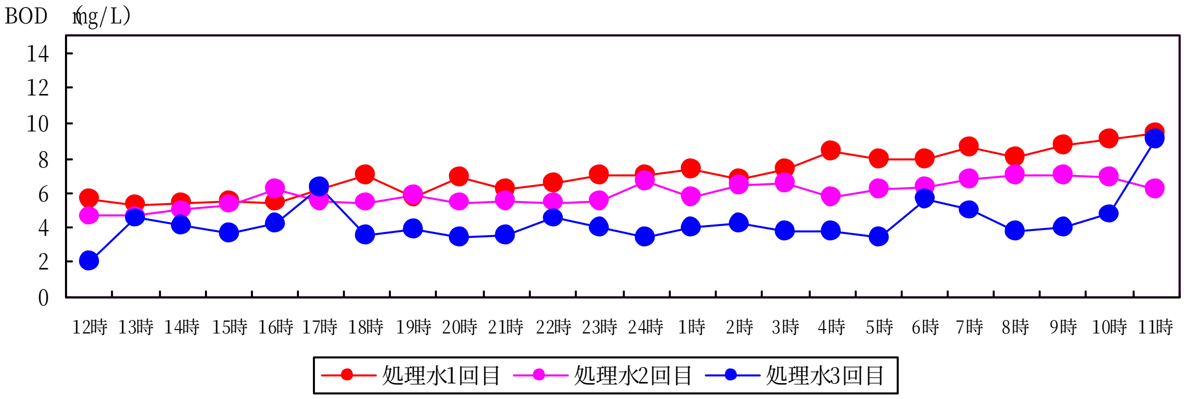
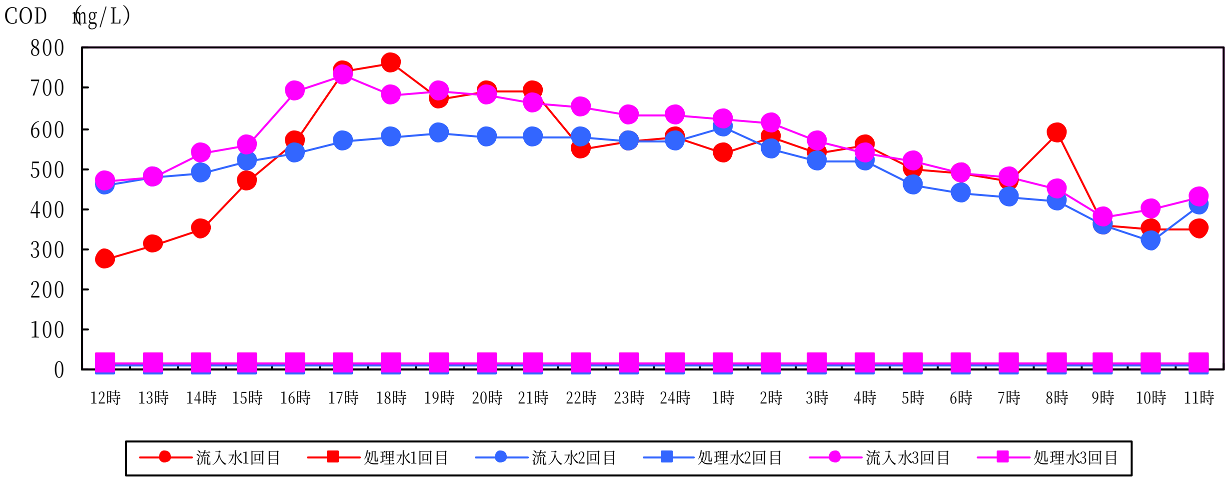


図４－５－１　日間試験における濃度変動（ｐＨ）







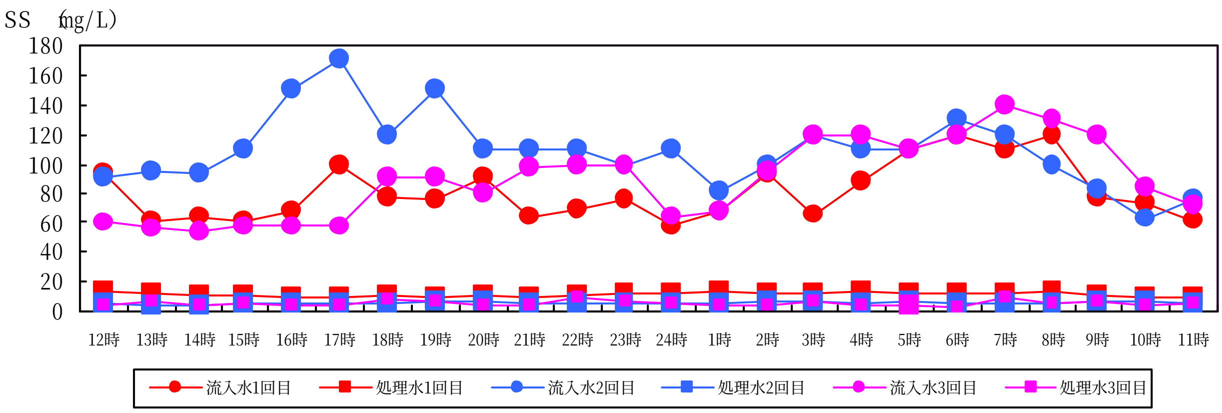


図４－５－２　日間試験における濃度変動（ＢＯＤ、ＣＯＤ、ＳＳ）

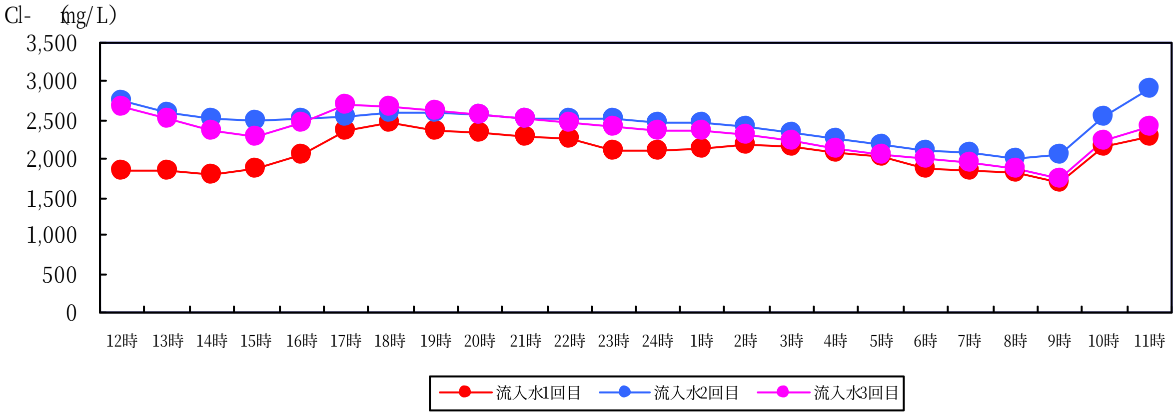


図４－５－３　日間試験における濃度変動（塩素イオン）

（４）週間試験のまとめ

週間試験（第１回は平成１６年１２月６日～１０日に実施、第２回は平成１７年１月２４日～２８日に実施）の調査結果を表４－４に、濃度変化を図４－６に示す。

流入水の BOD、COD、塩素イオン濃度は、休日明けの月曜日に低く、週後半の金曜日に高い傾向が認められた。pH と SS については一定の傾向が認められなかった。

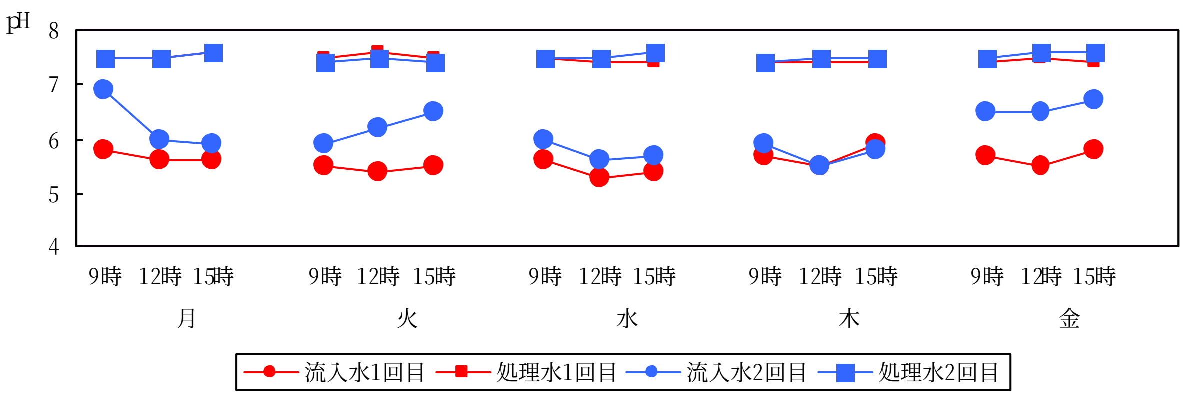
処理水の水質については各項目とも濃度変化が少なく安定しており、またＢＯＤ濃度は最大値でも８．３mg/l で設定条件（２０mg/l）に適合していた。

処理水の水質については、ＢＯＤ濃度は最大値でも８．３mg/l で設計条件（２０mg/l）に適合しているのはもちろんのこと、平均値で５．４mg/l とさらに高度な水質が得られた。また、ＢＯＤ以外の項目でも、処理水の水質は安定しており、ＣＯＤは平均１３．９mg/l、ＳＳは平均８．５mg/l といずれも低い数値であり、良好な結果が得られた。

表４－４　週間試験結果一覧表

項目	単位	採取水	平均値	最小値	～	最大値
pH	－	流入水	5.8	5.3	～	6.9
		処理水	7.5	7.4	～	7.6
BOD	mg/L	流入水	754	160	～	1,300
		処理水	5.4	3.0	～	8.3
COD	mg/L	流入水	432	150	～	840
		処理水	13.9	9.1	～	28
SS	mg/L	流入水	73	46	～	100
		処理水	8.5	2.8	～	24
Cl^-	mg/L	流入水	2,180	726	～	3,230

※　データ数：ｎ＝３０



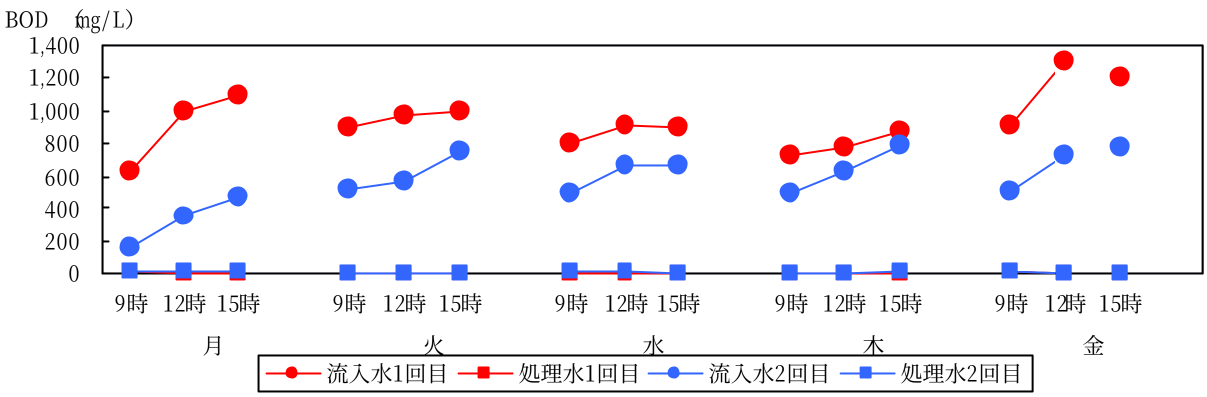


図４－６－１　週間試験における濃度変動（ｐＨ、ＢＯＤ）

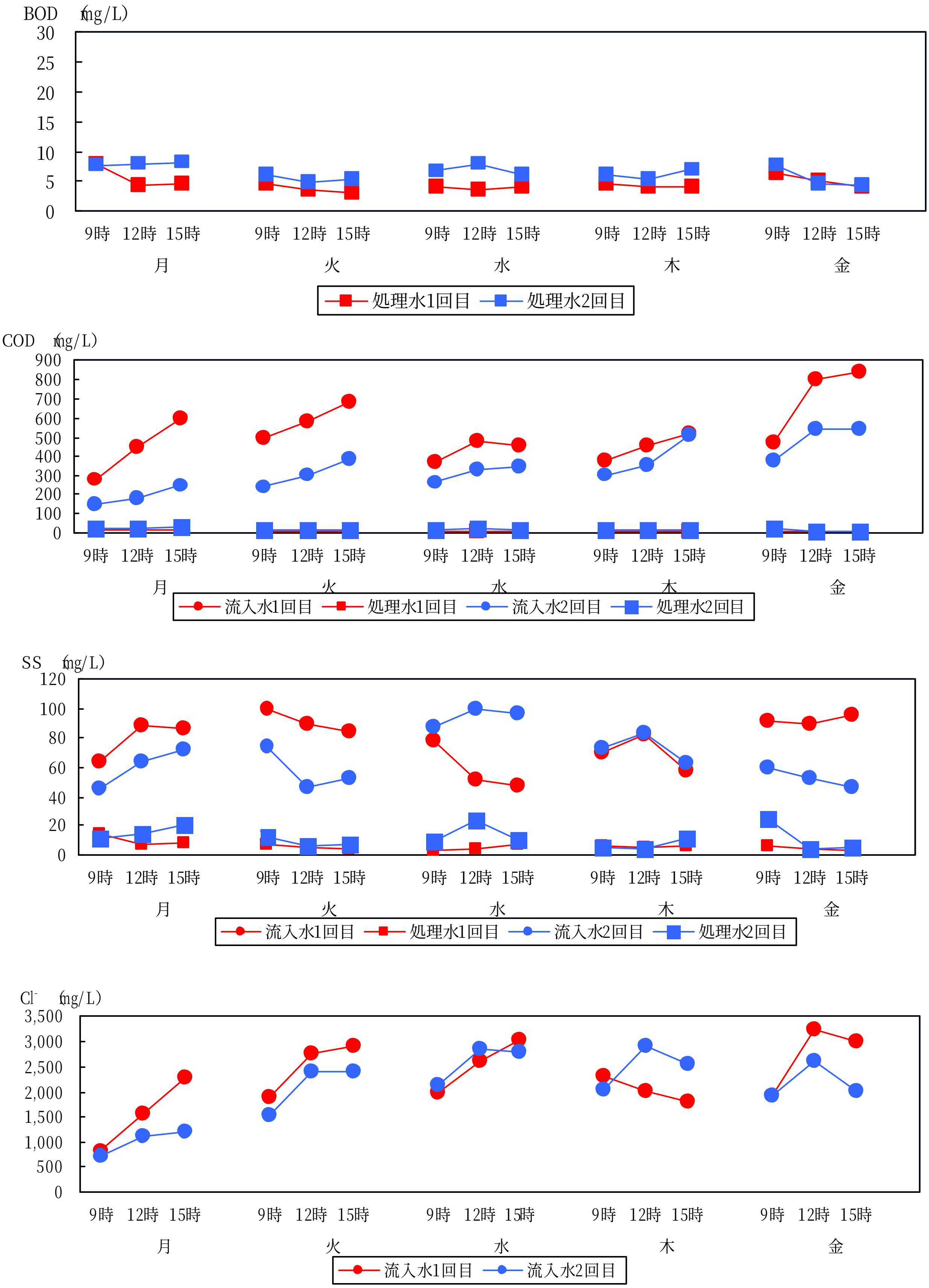


図４－６－２　週間試験における濃度変動（ＢＯＤ、ＣＯＤ、ＳＳ、塩素イオン）

（５）定期試験のまとめ

定期試験の調査結果を表４－５に、濃度変化を図４－７に示す。

流入水の水質は各項目で変動が見られ、設計条件(ＢＯＤ：１,０００ ㎎/l）を超えた排水の流入もあった。処理水の水質はおおむね安定しており、ほぼ設計条件（ＢＯＤ：２０㎎/l）に適合していたことはもちろんのこと、平均ＢＯＤが８．１㎎/l と高度な水質が得られた。

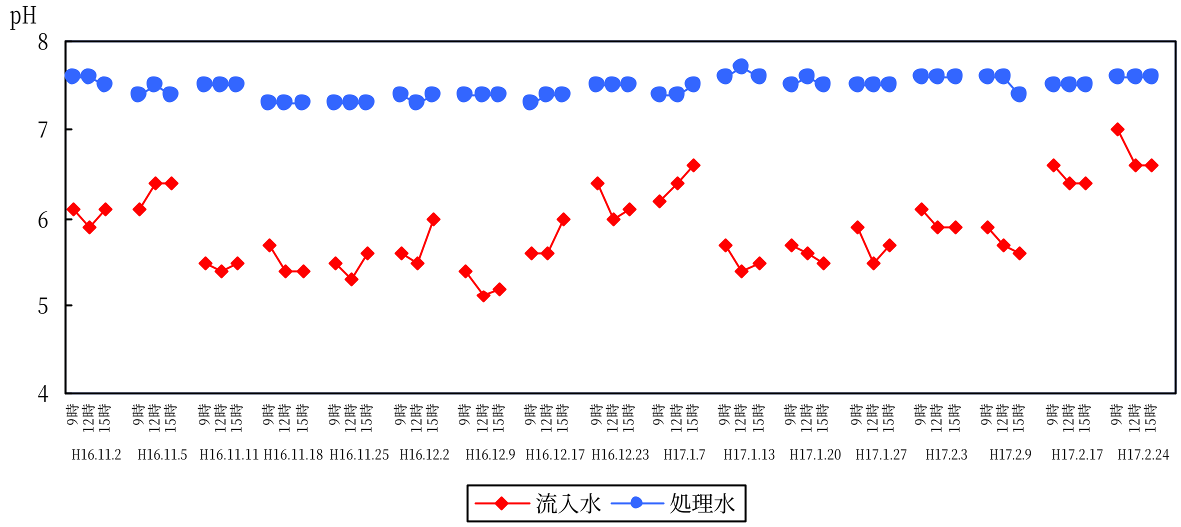
また、ＢＯD以外の項目でも、処理水の水質は安定しており、ＣＯDは平均１５．３㎎/l、ＳＳは平均１６㎎/l、n-Hex はすべて０．５㎎/l 以下、Ｔ－Ｎは平均２．２㎎/l、Ｔ－Ｐは平均０．２㎎/l といずれも低い数値であり、良好な結果が得られた。

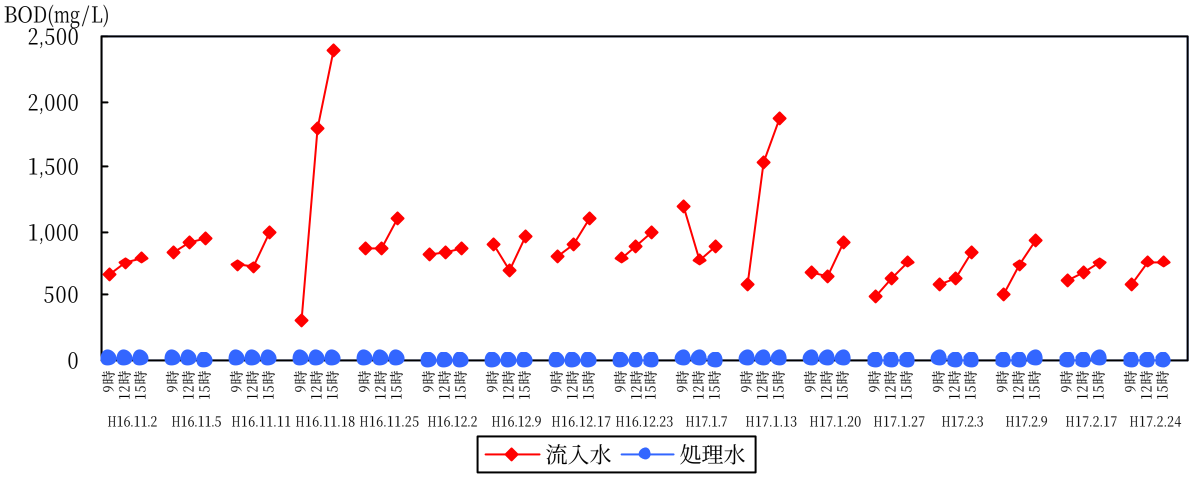
なお、Ｔ－Ｎ、Ｔ－Ｐについては、実証試験の補足項目として測定したが、流入水のＢＯＤ：Ｎ：Ｐの比を見ると、１００：３．５：０．３２であり、微生物の増殖に必要とされる１００：５：１に比べて窒素とリンの比率が小さかったが、処理には支障なく窒素とリンも効率よく除去されていた。

表４－５　定期試験結果一覧表

項目	単位	採取水	平均値	最小値	～	最大値
pH	－	流入水	5.9	5.1	～	7.0
		処理水	7.5	7.3	～	7.7
BOD	mg/L	流入水	877	300	～	2,400
		処理水	8.1	2.1	～	21
COD	mg/L	流入水	466	290	～	930
		処理水	15.3	8.2	～	45
SS	mg/L	流入水	116	44	～	360
		処理水	16	2.2	～	85
n−Hex	mg/L	流入水	0.9	<0.5	～	1.6
		処理水	<0.5	<0.5	～	<0.5
T-N	mg/L	流入水	31	23	～	45
		処理水	2.2	1.4	～	4.0
T-P	mg/L	流入水	2.8	1.6	～	4.6
		処理水	0.24	0.07	～	0.55
Cl^-	mg/L	流入水	2,230	1,600	～	3,300

※　データ数：ｐH・BOD・COD・ＳＳ・塩素イオンはn＝４８、T－N・T－Ｐ・ｎ－Ｈｅｘはn＝１８。





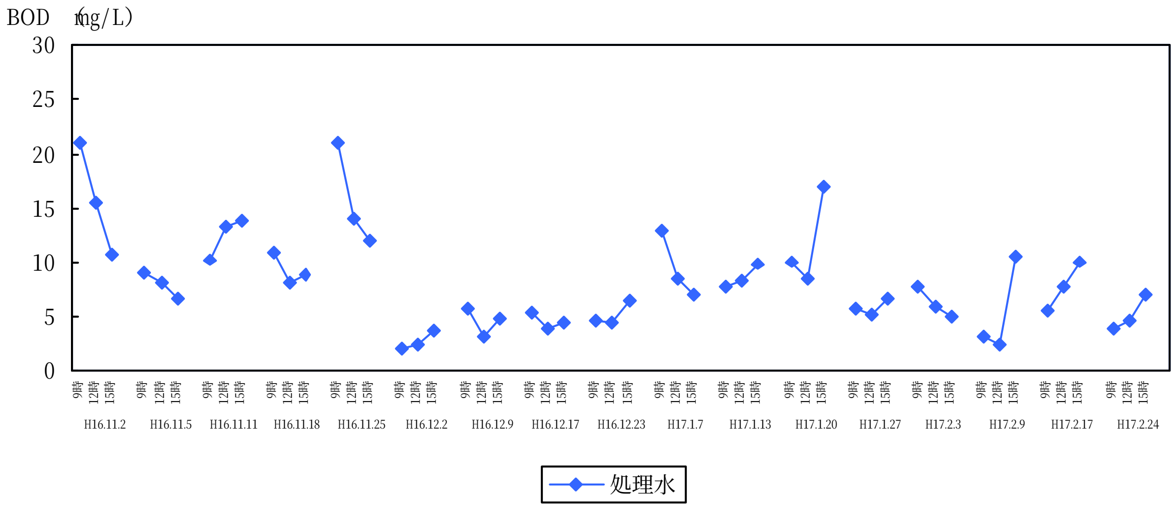
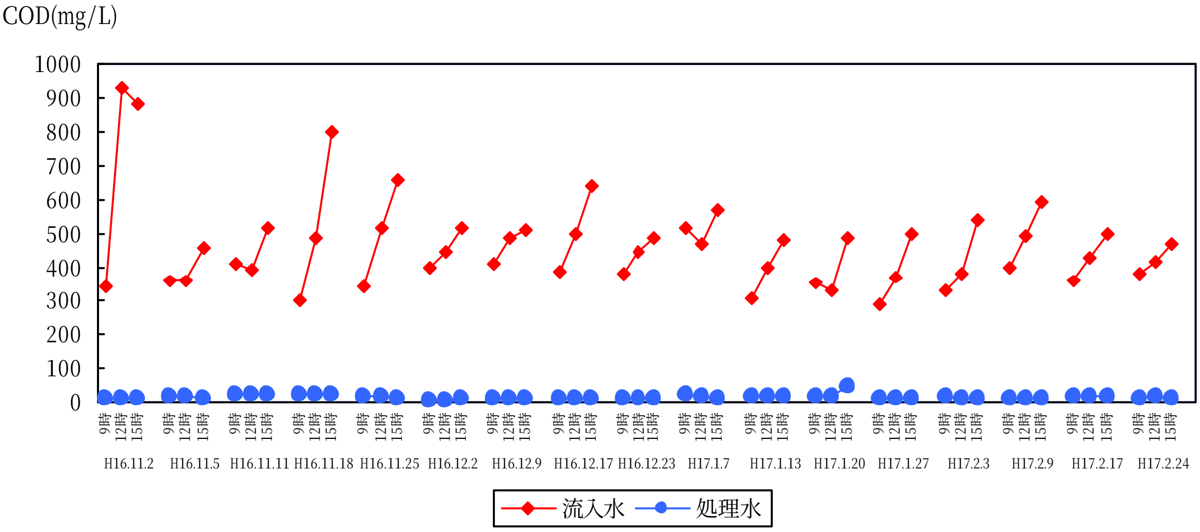
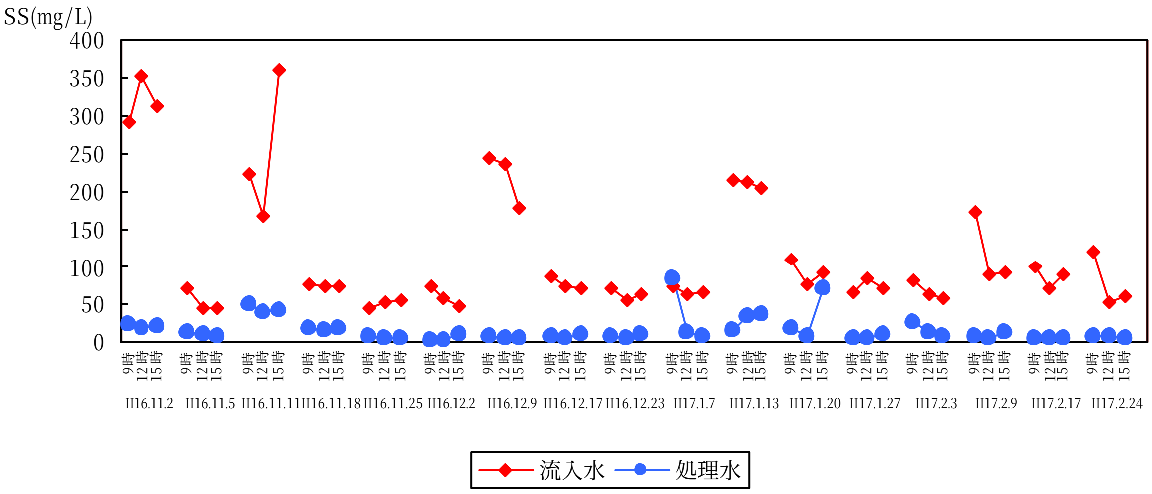


図４－７－１　定期試験における濃度変動（ｐＨ、ＢＯＤ）





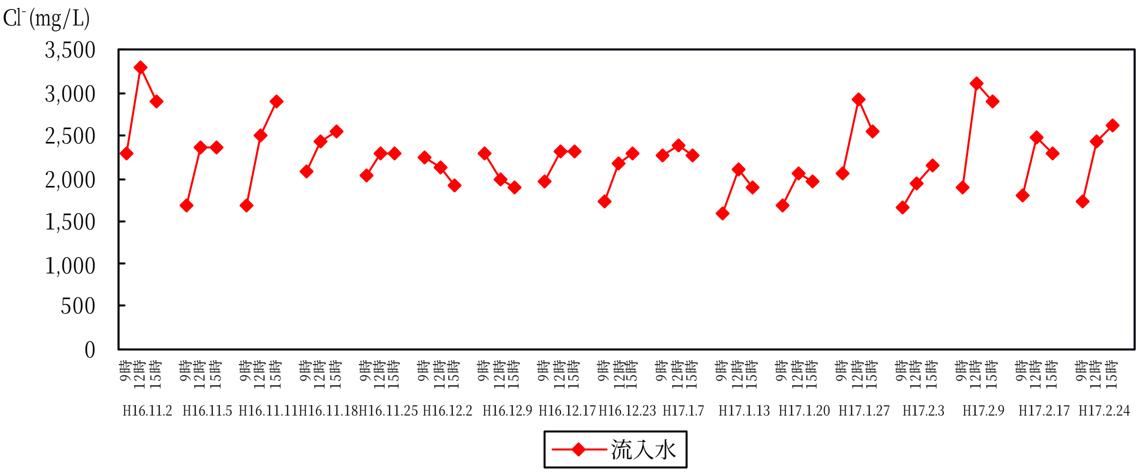


図４－７－２　定期試験における濃度変動（ＣＯＤ、ＳＳ、塩素イオン）

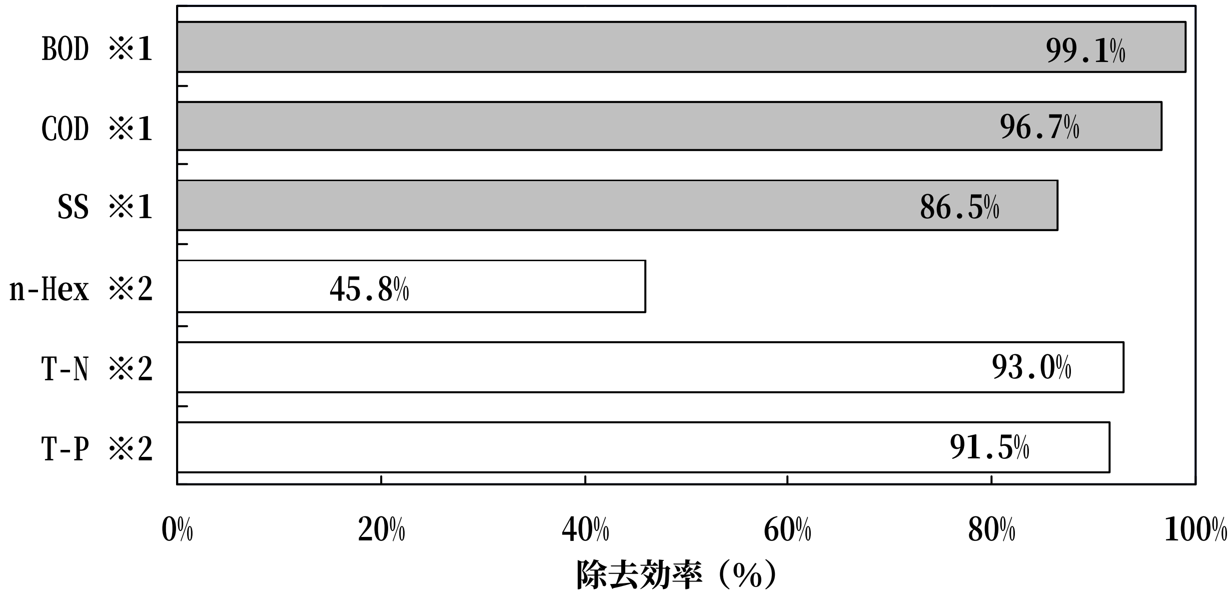
（６）除去効率

除去効率は実証試験期間中の定期試験結果から算出するものとし、その結果は図４－８に示す。

除去効率は定期試験の結果から、以下の式により求めた。

除去効率	$\dfrac{\left(\sum C_{inf,i} \times v_i - \sum C_{eff,i} \times v_i\right)}{\sum C_{inf,i} \times v_i}$	$C_{inf,i}$: 測定日iの流入水の濃度 $C_{eff,i}$: 測定日iの処理水の濃度 v_i : 測定日iの日水量

ＢＯＤは９９．１%で高い除去効率が得られていた。また、ＣＯＤは９５%以上、ＳＳは８５%以上で安定した処理水質が得られていた。補足項目として調査した全窒素、全りんについてもともに９０%以上の高い除去効率が確認された。



注）※１　水質実証項目、　※２　補足項目

図４－８　除去効率

4.3　運転及び維持管理実証項目の測定結果

（１）ＦＣＲ槽及び沈殿槽の所見

①ＦＣＲ槽

ばっき液の性状を表４－６に示す。ばっき液の色は茶系色であり、異常なにおいや泡の発生はなかった。水温はヒーターによる流入水の加温を行ったこともあり、第１槽で平均 14.6℃、第４槽で平均 14.3℃で、処理に支障をきたすような水温低下はみられなかった。ｐＨは第１槽、第４槽ともほぼ中性を示し異常はなかった。

表４－６

項　　目	ＦＣＲ第１槽	ＦＣＲ第４槽
色	茶系色	茶系色
におい	異常なにおいなし	異常なにおいなし
泡	異常な泡の発生なし	異常な泡の発生なし
水温	最小 12.2℃ 最大 19.1℃ 平均 14.6℃	最小 11.5℃ 最大 19.2℃ 平均 14.3℃
ｐＨ	最小 6.4 最大 7.5 平均 7.2	最小 7.0 最大 7.7 平均 7.4

②沈殿槽

沈殿槽の状態を表４－７に示す。

上澄水の色は微黄色で透明であり、異常なにおい及び固形物の発生はなかった。透視度はほとんど 50ｃｍ以上であり、良好な水質を保っていた。

汚泥界面は最も高い状態で 197ｃｍ、低い状態で 70ｃｍ、平均で 170ｃｍであった（沈殿槽の水深は 200ｃｍ）。またスカムの発生はなかった。

表４－７

項　　目		沈殿槽
上澄水	色	微黄色で透明
	におい	異常なにおいなし
	透視度	最小 8ｃｍ 最大 50ｃｍ以上 平均 36ｃｍ
	固形物の発生	なし
汚泥の堆積状態	汚泥界面＊1 （上端より）	最大 197ｃｍ 最小 70ｃｍ 平均 170ｃｍ
	スカムの発生	なし

＊1　ＭＬＳＳ計及び汚泥界面計で計測、ただし、汚泥流出時を除く

（２）実証対象機器の運転性と信頼性、運転及び維持管理実証項目の変動のまとめ

実証期間中に発生した運転及び維持管理実証項目の変動やトラブルを表４－８に示す。実証期間を通じて安定して稼動していたことが確認されたが、一時的に沈殿槽の汚泥界面の上昇、汚泥の流出がみられた。

なお、汚泥界面の上昇による汚泥の流出については、今後、技術開発者による機器の改良が必要である。

表４－８　運転及び維持管理実証項目の変動やトラブル

トラブルや観察された変化の内容	発生時期、頻度	対　　策
流入水導管の複雑な取り回しに起因する流入水量の減少	H16.11.15 H16.11.18 ２回	流入水導管の屈曲部が少なくなるように配管の取り回しを変更した。
流入水導管内部の汚れに起因する流入水量の減少	H17.2.3 H17.2.17 H17.2.24 3 回	流量調整バルブを操作し流入水導管内部の汚れを除去し、流入水量を確保した。
汚泥返送ポンプからの汚泥漏れ	H16.12.1 １回	ポンプを新品と交換
返送汚泥配管の閉そくによる流量低下	H17.1.13 H17.1.31 H17.2.3 H17.2.7 ４回	流量調整バルブを操作し、つまりを解消した。
沈殿槽汚泥界面の上昇	H17.1.11 H17.1.20 H17.1.24 H17.1.25 H17.1.27 H17.2.9 H17.2.17 H17.2.21 H17.2.24 H17.2.28 10 回	沈殿槽汚泥界面の上昇による汚泥の流出又は流出のおそれがあったため、一時的に流入水を止め、汚泥界面の低下を待って、流入を再開した。 流入水停止時間は約３０分ほどで、その後は汚泥界面が低下していく。処理水の水質は特に悪化することはなかった。 なお、実証試験期間中に汚泥界面の上昇に合わせて汚泥引き抜きを３回実施した。

（３）運転及び維持管理マニュアルの使いやすさのまとめ

運転及び維持管理マニュアルの内容、読みやすさ、理解しやすさの評価を表４－９に示す。

表４－９　運転及び維持管理マニュアルの使いやすさのまとめ

運転及び 維持管理マニュアル	読みやすさ、 理解しやすさ	課題
ACA10 型　取扱説明書 (A4 全８ページ)	（読みやすさ） 装置諸元、取扱説明、点検項目、制御盤異常時の対応、使用薬品、連絡先に分け、整理されている。 内容に応じて、箇条書きや一覧表による表示となっており、読みやすい。 （理解しやすさ） 装置諸元、取扱説明、点検項目、制御盤異常時の対応、使用薬品、連絡先等、ユーザーに必要な情報を絞って記載しており、理解しやすい。	（読みやすさ） 特になし （理解しやすさ） 特になし

（４）要求される運転及び維持管理技能のまとめ

要求される運転及び維持管理技能等を表４－１０に示す。

実証対象機器は自動運転であり、機器等の動作確認、滅菌剤の補充、スクリーン残渣等廃棄物の処理等の維持管理作業が使用者に求められるが、作業内容については特別な技能は必要としない。

表４－１０　要求される運転及び維持管理技能

作業項目	頻度	専門性及び困難さ
スクリーン残渣の処理	毎日 （確認事項）	特別の技能を必要としない
計量槽における流入量の確認（三角堰水位）		
ブロワーの正常動作確認		
定期点検（槽内 DO 等の処理指標項目）	２週間に１回	浄化槽の管理能力
滅菌剤の補充		特別の技能を必要としない
処理水の採水、分析	１ヶ月に１回	専門機関に委託

（５）維持管理時間（週間平均）

必要な維持管理等作業時間を表４－１１に示す。

実証対象機器の運転及び維持管理に必要な作業時間は、全期間平均で９４分・人／週、最大で１０５分・人／週であった。その主な内容はスクリーン残渣の処理や流入量の確認、ブロワーの動作確認である。

表４－１１　維持管理等作業時間

	日常点検*1（人・分） 作業時間×人数×回数	定期点検*2（人・分） 作業時間×人数×回数	立会時間*3（人・分） 作業時間×人数×回数	合計 (人・分)
第 1 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 2 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	-	75
第 3 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 4 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	20 分×1 名×1 回 (20 分)	95
第 5 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 6 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	-	75
第 7 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 8 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	20 分×1 名×1 回 (20 分)	95
第 9 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 10 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	-	75
第 11 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 12 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	20 分×1 名×1 回 (20 分)	95
第 13 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 14 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	-	75
第 15 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 16 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	20 分×1 名×1 回 (20 分)	95
第 17 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	30 分×1 名×1 回 (30 分)	-	105
第 18 週	15 分×1 名×5 回 (75 分)	-	-	75
			合計	1700
			全期間平均（分・人／週）	94

維持管理作業時間の内訳）

*1　・スクリーン残渣処理・・・10 分(1 名)

・計量槽での流量確認及びブロワー、滅菌剤の確認・・5 分(1 名)

合計 15 分

*2　・ばっ気槽の水質(pH、DO 等)の確認・・・15 分(1 名)

・滅菌剤の補充・・5 分(1 名)

・簡単な清掃等・・・10 分(1 名)

合計 30 分

*3　・分析機関で分析する処理水の採水立会い・・・20 分(1 名)

合計 20 分

（６）余剰汚泥発生量

ア　余剰汚泥発生量の測定結果

実証対象機器は基本的に、余剰汚泥の発生量をできるだけ少なくする水処理方法であるが、沈殿槽の汚泥界面が上昇したため、実証期間中３回、マニュアルに基づき汚泥の引き抜きを実施した。引抜汚泥量及び余剰汚泥乾重量を表４－１２に示す。なお、余剰汚泥乾重量は引抜汚泥量と含水率および経過日数より算出した。

表４－１２　引抜汚泥量及び発生汚泥量

引き抜き日	引き抜き量（m^3）	期間	経過日数	含水率（%）	余剰汚泥乾重量（kg-ｄｒｙ/日）
H16.11.29	０．２０	H16.11.1～H16.11.29	２８	９７．３	０．２０
H16.12.21	０．３５	H16.11.29～H16.12.21	２２	９７．８	０．３５
H17.1.20	０．３０	H16.12.22～H17.1.19	２８	９７．７	０．２５
				平均	０．２7

イ　汚泥発生量の評価

実証対象機器は、一般的な生物処理法による排水処理と比較して、余剰汚泥の発生量が非常に少ないという特徴がある。

当該施設における流入負荷及び一般的な汚泥発生量の予測式を用い、予測値と実測値の比較により、汚泥発生量の多寡を評価した。なお計算により求めた汚泥発生量は表４－１３のとおりで、その予測は表４－１４により行った。

前項アより、実証対象機器の発生汚泥量は０．２７ｋｇ／日であるが、予測結果６．８６ｋｇ／日と比較しておよそ４．３%と非常に少ない。また、実証対象機器の発生汚泥量、ＢＯＤ濃度及び処理量から求めたＢＯＤ汚泥転換率は０．０６であり、一般的な汚泥転換率（0.5～0.6）に比較すると低い値である。

表４－１３　推定汚泥発生量の計測結果

項目	重量（ｋｇ－ｄｒｙ／日）
ＢＯＤ汚泥転換率による推定汚泥発生量	５．３８
ＳＳ除去率による推定汚泥発生量	０．９５
合計	６．３３

表４－１４　推定汚泥発生量の算出手順

①予測の原単位となる実証試験結果

期間	流入水量（m^3／日）	BOD 流入水濃度（ｋｇ／m^3）	BOD 処理水濃度（ｋｇ／m^3）	SS 流入水濃度（ｋｇ／m^3）	SS 除去率（%）
H16.11.1～16.12.2（32日間）	２０．３	1.001	0.0081	0.088	８５．２
H16.12.3～H17.2.28（88日間）	８．７	0.85	0.0061	0.095	８９．５

②ＢＯＤの汚泥転換率による推定汚泥発生量

「下水道施設設計計画・設計指針と解説（平成１３年）」による溶解性ＢＯＤの汚泥転換率は０．４～０．６である。その平均値として０．５を用いて実証対象機器での発生汚泥量を推算すると次のとおりになる。

発生汚泥量（ｋｇ／日）＝（流入水のＢＯＤ濃度－処理水のＢＯＤ濃度）×処理量×ＢＯＤ汚泥転換率
＝（0.85kg/m^3－0.0061kg/m^3）×（8.7m^3）×０．５
＝　3.67ｋｇ／日

ただし平成１６年１１月１日から平成１６年１２月３日については、

発生汚泥量（ｋｇ／日）＝（流入水のＢＯＤ濃度－処理水のＢＯＤ濃度）×処理量×ＢＯＤ汚泥転換率
＝（1.001kg/m^3－0.0081kg/m^3）×（20.3m^3）×０．５
＝　10.1ｋｇ／日

③ＳＳ除去率による推定汚泥発生量

流入水及び処理水の実測によるＳＳ除去率は89.5%であることから、ＳＳ除去率による発生汚泥量を推算すると下記のとおりとなる。

汚泥発生量（ｋｇ／日）＝S_0×Ｒ×Ｑ×10^{-3}

S_0：流入水中のＳＳ濃度（ｇ／m^3）　Ｒ：ＳＳ除去率　Ｑ：流入水量（m^3／日）

この式に、S_0＝95mｇ／ｌ、Ｒ＝0.895　Ｑ＝8.7m^3を代入し、ＳＳ除去率による汚泥発生量は、

95×０．895×8.7×10^{-3}＝　0.740ｋｇ／日と推算される。

ただし平成１６年１１月１日から平成１６年１２月２日については、

88×0.852×２０．３×10^{-3}＝　1.522ｋｇ／日と推算される。

④発生汚泥量、BOD濃度及び処理量から求めたBOD汚泥転換率

発生汚泥量、ＢＯＤ濃度及び処理量から求めた実証対象機器のＢＯＤ汚泥転換率は次式により算出した。

ＢＯＤ汚泥転換率＝発生汚泥量（ｋｇ／日）÷（(流入水のＢＯＤ濃度－処理水のＢＯＤ濃度）×処理量）

平成１６年１１月１日～平成１６年１２月２日については、

ＢＯＤ汚泥転換率＝0.20÷((1.001-0.0081)×20.3)＝0.0099・・・・・(1)

平成１６年１２月３日～平成１７年２月２８日については、

ＢＯＤ汚泥転換率＝(0.35+0.25)÷((0.85-0.0061)×8.7)＝0.08・・・・・(2)

(1)と(2)より、期間で按分し　0.0099×(32/120)+0.08×(88/120)＝0.06

（7）廃棄物（スクリーンし渣）発生量

スクリーンし渣発生量を表４－１５に示す。

表４－１５　スクリーンし渣発生量

項目	単位	平均値	最小値	～	最大値
スクリーンし渣	ｋｇ／日	０．１０１	０．００２	～	０．１９０

（8）騒音の状況

ア　運転及び維持管理時の騒音の状況

実証対象機器周辺での騒音の感覚強度は、実証期間を通じて常に「騒音は無し」の状態であった。

イ　騒音計による測定結果

騒音計による測定を行った場所を図４－９に、その測定結果を表４－１６に示す。

各測定点における測定時の状況は次のとおり。

測定点①：実証対象機器からのばっ気音が主な騒音である。このほかに排水処理機械室からの音も認められた。なお、この測定点の近傍には冷凍機の室外機があり断続的に稼動し騒音を発生していたので、室外機が停止している時間帯に測定を行った。

測定点②：実証対象機器から５０mほど離れているため、実証対象機器からの騒音はほとんどない。

測定点③：排水処理機械室内からの機械稼動音及び実証対象機器のばっ気音が主な騒音となっている。なお、測定対象騒音以外で、工場から原水槽に排水が流入する音が存在するが、除外することができず、この地点の騒音レベルに加算されている。

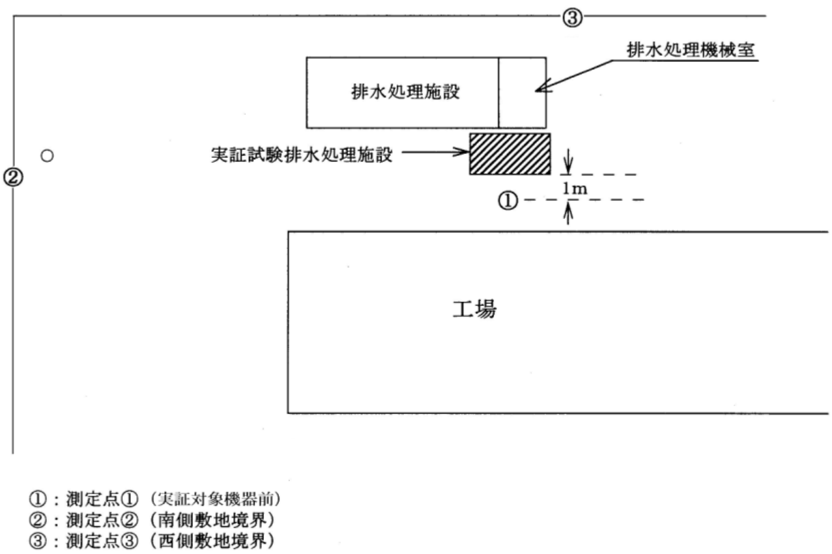


図４－９　騒音レベルの測定場所図

表４－１６　騒音レベルの測定結果

測定場所	測定 年月日	測定時刻	騒音レベル （ｄＢ）	気温 湿度	風向 風速	備考
測定点① （実証対象施設前）	H16.12.16	6:15～6:35	５６	８．５℃ ４５％	無風	
測定点② （南側敷地境界）		6:30～6:50	４０			
測定点③ （西側敷地境界）		6:40～6:55	５２			

備考：測定時刻は、工場の操業による騒音の影響を排除するために、午前６時台とした。

ウ　騒音測定の評価

実証対象機器周辺で著しい騒音は感じられず、また敷地境界線上における騒音レベルも騒音規制法の第四種地域の基準値（５５ｄB）を下回っていた。

（9）臭気の状況

実証対象機器周辺での臭気の感覚強度は、６段階臭気強度表示法で、実証期間を通じて常に「１：やっと感知できる臭い」の状態であり、問題となるレベルではなかった。

(10）排水処理薬品使用量

実証対象機器で使用された排水処理薬品は塩素剤のみである。実証期間中の塩素剤の使用量を表４－１７に示す。平均して１日あたり０．０２２ｋｇの塩素剤を消費した。

表４－１７　排水処理薬品使用量

週	年　月　日　(曜日)		排水処理薬品使用量			備考
第 1 週	H16.11.2	(火)	塩素剤	-	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.11.6	(土)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
第 2 週	H16.11.10	(水)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.11.12	(金)	塩素剤	0.052	kg/日	商品名 :XB-90
第 3 週	H16.11.15	(月)	塩素剤	0.034	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.11.18	(木)	塩素剤	0.034	kg/日	商品名 :XB-90
第 4 週	H16.11.22	(月)	塩素剤	0.052	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.11.25	(木)	塩素剤	0.014	kg/日	商品名 :XB-90
第 5 週	H16.11.29	(月)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.12.3	(金)	塩素剤	0.034	kg/日	商品名 :XB-90
第 6 週	H16.12.7	(火)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.12.10	(金)	塩素剤	0.034	kg/日	商品名 :XB-90
第 7 週	H16.12.15	(水)	塩素剤	0.014	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.12.18	(土)	塩素剤	0.023	kg/日	商品名 :XB-90
第 8 週	H16.12.21	(火)	塩素剤	0.023	kg/日	商品名 :XB-90
	H16.12.25	(土)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
第 9 週	H16.12.30	(木)	塩素剤	0.021	kg/日	商品名 :XB-90
第 10 週	H17.1.8	(土)	塩素剤	0.011	kg/日	商品名 :XB-90
第 11 週	H17.1.14	(金)	塩素剤	0.017	kg/日	商品名 :XB-90
第 12 週	H17.1.18	(火)	塩素剤	0.017	kg/日	商品名 :XB-90
	H17.1.21	(金)	塩素剤	0.034	kg/日	商品名 :XB-90
第 13 週	H17.1.25	(火)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
第 14 週	H17.1.31	(月)	塩素剤	0.017	kg/日	商品名 :XB-90
第 15 週	H17.2.7	(月)	塩素剤	0.015	kg/日	商品名 :XB-90
	H17.2.8	(火)	塩素剤	0.103	kg/日	商品名 :XB-90
第 16 週	H17.2.14	(月)	塩素剤	0.006	kg/日	商品名 :XB-90
	H17.2.18	(金)	塩素剤	0.026	kg/日	商品名 :XB-90
第 17 週	H17.2.21	(月)	塩素剤	0.011	kg/日	商品名 :XB-90
	H17.2.24	(木)	塩素剤	0.011	kg/日	商品名 :XB-90
全期間平均			0．022kg／日			

(注)XB-90：成分名「トリクロロイソシアヌル酸」

（11）電力等消費量

実証対象機器での電力消費量を表４－１８に示す。電力消費量は平均して１日あたり３９．０ｋWであった。実証対象機器には、流入水を加温するヒーターが備えられている。ヒーターが稼動した期間においては、電力消費量が平均でおよそ４０％増加した。

表４－１８　電力消費量

期間	流入水 ヒーター	平均 ｋWｈ／日	最小 ｋWｈ／日	～	最大 ｋWｈ／日
H16.11.1～ H16.12.2	ＯＦＦ	２９．６	２５．９	～	３０．７
H16.12.3～ H17.2.28	ＯＮ	４１．３	３０．７	～	６９．２
全期間	－	３９．０	２５．９	～	６９．２

＊備考：流入水ヒーターについては FCR 槽の水温が 11℃以下で稼動し、15℃以上で停止するように設定した。

（12）余剰汚泥の処分費用

今回の実証対象機器は小規模施設であることから、余剰汚泥の抜き取りの作業は、作業員２人の手作業で約１時間と比較的容易に実施できた。使用した機器は携帯用水中ポンプとホース、そして、汚泥計量用の９０Ｌバケツだけであり、作業員の手作業で実施した。

余剰汚泥の処分費用は、当該地域では１ｋｇで３０円程度であり、今回の測定結果から年間約４，６８０kg の余剰汚泥（湿重量）が見込まれることから、年間の処分費用は約１４万円程度かかるものと推定できる。

（13）その他消耗品の使用量と費用

その他の消耗品としては、ばっ気用ブロワーのベルト、保守用グリス等が必要であるが、実証期間中にそれら消耗品の交換の必要はなかった。

（14）生物相

生物相の観察結果を表４－１９に示す。また出現した主な生物を図４－１０に、そしてモジュールの状態を図４－１１示す。

これらの結果から、モジュールを充填することにより、微小動物相が豊富になることが確認された。

すなわち、浮遊汚泥には、ＦＣＲ第１槽、第４槽ともに *Aspidisca* 属及び *Vorticella* 属などの活性汚泥性生物が優占し、１０万個体以上が出現し、また、*Colurella* 属等の輪虫類も多数出現した。輪虫類は細菌や原生動物の捕食者となる。さらに食物連鎖で上位になる線虫類が一部出現していた。

一方、モジュールにおいても *Aspidisca* 属、*Vorticella* 属及び *Carchesium* 属が多量に認められるとともに、輪虫類も多く観察された。

このように、捕食者としての微小動物の現存量を高く保持できるのが、本システムの大きな特徴であるといえる。

なお、当初はテストモジュールだけで生物相の確認を行う予定であったが、ＦＣＲ第１槽２月分、ＦＣＲ第４槽１月分及び２月分について、微生物が少ないかあるいはまったく確認されない結果であったことから、最終的に、実証対象機器の本モジュールを一部切り取って観察することとした。その結果、ＦＣＲ第１槽、第４槽とも *Aspidisca* 属等の原生動物、輪虫類、線虫類の存在が確認されたことから、テストモジュールを設置した場所が空気量の不足する場所であったため、ＦＣＲ材が汚泥により閉塞・嫌気化し無生物状態になったと判断された。

表４－１９－１　生物相の観察結果（ＦＣＲ第１槽）

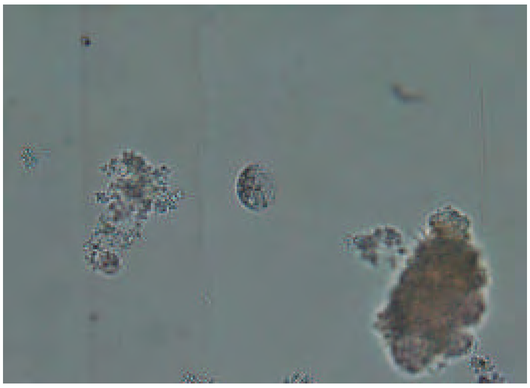
調査箇所		出現生物			12月	1月	2月
FCR第1槽	テストモジュール	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	260、000	470、000	7、400
			Vorticella	ツリガネムシ属	34、000	3、900	550
			Epistylis	エピスティリス属	0	1、700	58
		輪虫類	*Colurella*	チビワムシ属	3、500	69	0
			Monostyla	エナガワムシ属	14、000	0	0
			Rotaria	ロタリア属	0	0	0
			Lecane	ツキガタワムシ属	880	1、000	29
		線虫類	Nematoda	線虫類	29	0	0
		貧毛類	Naididae	ミズミミズ科	0	＋	0
	浮遊汚泥	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	320、000	530、000	400、000
			Euplotes	ユープロテス属	3、500	0	670
			Vorticella	ツリガネムシ属	21、000	1、600	870
			Peritrichida	縁毛目	0	550	0
		輪虫類	*Colurella*	チビワムシ属	1、000	35	800
			Lecane	ツキガタワムシ属	4、000	1、100	370
			Monostyla	エナガワムシ属	9、400	0	0
			Rotaria	ロタリア属	90	110	0
		線虫類	Nematoda	線虫類	0	0	0
		貧毛類	Naididae	ミズミミズ科	0	0	0
	本モジュール	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	－	－	110、000
			Euplotes	ユープロテス属	－	－	4100
			Vorticella	ツリガネムシ属	－	－	7、600
			Zoomastigophora	動物性鞭毛虫亜綱	－	－	1、800
			Litonotus	リトノツス属	－	－	580
			Epistylis	エピスティリス属	－	－	1、200
			Carchesium	エダワカレツリガネムシ属	－	－	8、800
		輪虫類	*Lecane*	ツキガタワムシ属	－	－	2、900
		線虫類	Nematoda	線虫類	－	－	＋

※モジュールについてはモジュール1g当たりの個体数、浮遊汚泥については浮遊汚泥液1mL中の個体数を示す。

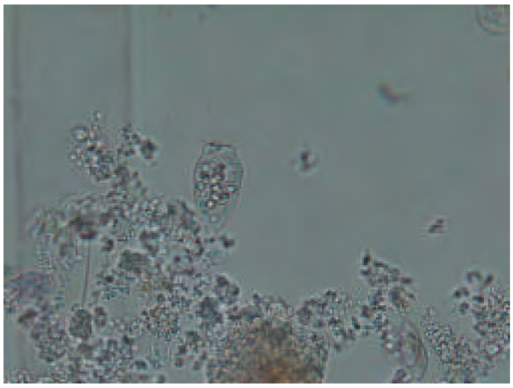
表４－１９－２　生物相の観察結果（ＦＣＲ第４槽）

調査箇所		出現生物			12月	1月	2月
FCR第4槽	テストモジュール	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	270、000	0	1400
			Gymnostomatida	裸口目	0	0	0
			Monodinium	モノディニウム属	0	0	0
			Vorticella	ツリガネムシ属	16、000	0	78
			Amphileptus	アンフィレプツス属	36	0	0
			Centropyxis	フセツボカムリ属	36	0	0
			Ciliophora	繊毛虫門	110	0	0
		輪虫類	*Colurella*	チビワムシ属	15、000	0	0
			Monostyla	エナガワムシ属	17、000	0	0
			Rotaria	ロタリア属	0	0	0
			Lecane	ツキガタワムシ属	1、100	0	0
	浮遊汚泥	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	280、000	450、000	370、000
			Euplotes	ユープロテス属	4、000	0	700
			Vorticella	ツリガネムシ属	23、000	1、300	1、200
			Opercularia	オペルクラリア 属	0	150	0
			Peritrichida	縁毛目	0	250	0
		輪虫類	*Colurella*	チビワムシ属	1、100	7	1、100
			Lecane	ツキガタワムシ属	1、700	100	33
			Monostyla	エナガワムシ属	11、000	0	33
			Rotaria	ロタリア属	180	8	33
			Philodinidae	ヒルガタワムシ科	0	2	0
	本モジュール	原生動物	*Aspidisca*	アスピディスカ属	－	－	94、000
			Euplotes	ユープロテス属	－	－	980
			Vorticella	ツリガネムシ属	－	－	1、600
			Litonotus	リトノツス属	－	－	2、300
			Epistylis	エピスティリス属	－	－	650
			Trachelophyllum	トラケロフィルム属	－	－	650
		輪虫類	*Lecane*	ツキガタワムシ属	－	－	330
			Rotaria	ロタリア属	－	－	330
		線虫類	Nematoda	線虫類	－	－	330
		貧毛類	Naidedae	ミズミミズ科	－	－	+
		ユーグレナ藻類	*Euglena*	ミドリムシ属	－	－	2、600

※モジュールについてはモジュール1g当たりの個体数、浮遊汚泥については浮遊汚泥液1ml中の個体数を示す。



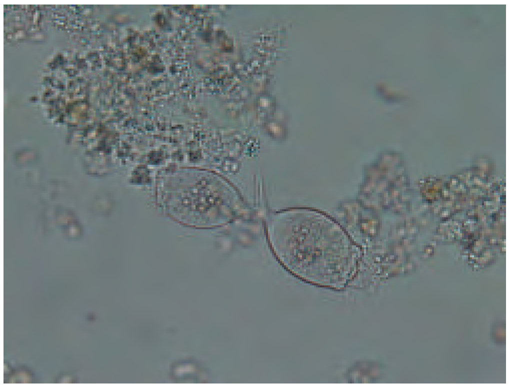
Aspidisca 属



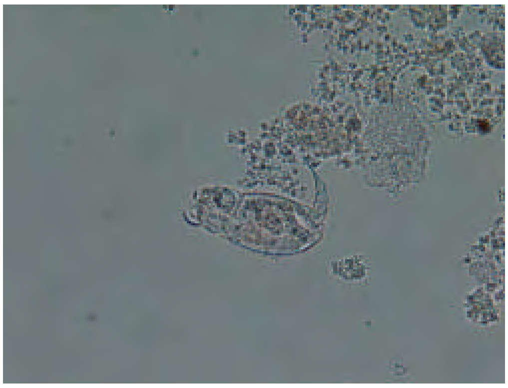
Vorticella 属



Opercularia 属



Carchesium　属



Colurella 属



Rotaria 属

図４－１０　出現した主な生物



テストモジュール（FCR 第１槽、Ｈ１７年１月）



テストモジュール（FCR 第４槽、Ｈ１７年１月）



テストモジュール（FCR 第１槽、Ｈ１７年２月）



テストモジュール（FCR 第４槽、Ｈ１７年２月）



本モジュール（FCR 第１槽、Ｈ１７年２月）



本モジュール（FCR 第４槽、Ｈ１７年２月）

図４－１１　モジュールの状態

５．データの品質管理と評価

実証試験の実施にあたっては、実証試験計画に従い品質管理を行うとともに、福島県環境センターの定める品質マニュアルに基づき、データの検証及び監査を実施した。

監査は実証期間中に１回行い、実証試験が適正に実施されていることを確認した。

品質管理に関る文章は資料編に示す。

本報告書の作成にあたっては、福島県技術実証委員会において、専門的知見に基づき検討、助言をいただいた。

福島県技術実証委員会　委員名簿

氏　　名	所　　　　　属
中村　玄正	日本大学工学部　土木工学科　教授
稲森　悠平	独立行政法人国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター バイオエコエンジニアリング研究室　室長
常田　　聡	早稲田大学理工学部　応用化学科　助教授
渡邉　景子	いわき明星大学理工学部　電子情報学科　研究助手
國井　保久	福島県環境センター　所長